
Wasserversorgung



Gemeinde Vaduz

Generelles Wasser- versorgungsprojekt 2022

Technischer Bericht

	Version	Datum	Bearbeitet	Projektleiter	Freigabe
► Generelles Projekt	0	Dez. 2022	ML	ML	ML
► Auftrags Nr./Plan Nr					
110067/ R01					

Datei: Bericht_GWP_Vaduz_2022.docx

► Projektverfasser



Ingenieurbüro
**Sprenger
& Steiner**

www.spst.li
info@spst.li

LI-9495 Triesen | Haldenstrasse 12
Telefon +423 399 49 00 | Telefax +423 399 49 01

LI-9492 Eschen | Dr. Albert Schädler-Strasse 21
Telefon +423 373 29 61 | Telefax +423 373 46 14

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung.....	8
1.1	Problemdarstellung	8
1.2	Auftragsumschreibung	8
1.3	Zweck des Generellen Wasserversorgungsprojektes, Planungszeiträume.....	8
1.4	Planungsgrundlagen, Gesetze und Richtlinien	9
1.5	Vorgehen	9
2	Projektgrundlagen.....	10
2.1	Planungsgebiet.....	10
2.1.1	Lage und Umfang Versorgungsgebiet.....	10
2.1.2	Klima und Niederschläge	10
2.1.3	Geologie	10
2.1.4	Wasserbeschaffung / Standbeine	11
2.2	Allgemeines zu Prognosen	11
2.3	Bevölkerungsentwicklung.....	11
3	Wasserbedarf.....	14
3.1	Wasserbedarf Bestandesaufnahme.....	14
3.1.1	Totaler Verbrauch.....	14
3.1.2	Verbrauchsübersicht.....	15
3.1.3	Verbrauch der Bevölkerung	16
3.1.4	Verbrauch von Gross-Industrie und Gewerbe.....	18
3.1.5	Höchstverbrauchstag	18
3.2	Wasserbedarf Entwicklungsprognose.....	19
3.2.1	Wasserbedarf für die Bevölkerung (Verbrauch ohne Industrie u. Gewerbe)	19
3.2.2	Prognose der nicht registrierten Wasserverbräuche (Netzverluste etc.)	19
3.2.3	Wasserbedarf für Industrie und Gewerbe	19
3.2.4	Zusammenstellung Prognose Wasserbedarf.....	20
3.2.5	Höchstverbrauchstag	21
3.2.6	Wasserbedarf für Partnergemeinden der GWO.....	21
4	Wasserbereitstellung	22
4.1	Wassergewinnung	22
4.1.1	Qualitätsbeurteilung von Trinkwasser	22
4.1.2	Quellen	25
4.1.3	Grundwasser	28
4.1.4	Zusammenfassung des Wasserangebots.....	30

4.2	Wasserbilanzen und Fehlmengen.....	32
4.2.1	Übersicht über die Ausbaugrößen und Fehlmengen.....	32
4.2.2	Wasserbilanzen Vaduz.....	32
4.2.3	Wasserbilanzen Vaduz und Schaan zusammen.....	35
5	Bestehende Wasserversorgungsanlagen.....	39
5.1	Elemente der Wasserversorgung (Übersicht).....	39
5.2	Anlagen der Wassergewinnung.....	40
5.2.1	Quellfassungen.....	40
5.2.2	Grundwasserfassungen / Grundwasserpumpwerke	40
5.2.3	Grundwasserpumpwerk Neugut.....	40
5.2.4	Grundwasserpumpwerk Wiesen, Schaan / Vaduz	41
5.2.5	Weitere Anlagen / Notbrunnen.....	41
5.3	Anlagen der Wasseraufbereitung.....	41
5.3.1	Quellwasser-Desinfektionsanlagen	41
5.3.2	Grundwasser Desinfektionsanlagen.....	41
	Anlagen der Wasserförderung und des Transports	42
5.3.3	Pumpen.....	42
5.3.4	Wassertransport.....	43
5.4	Anlagen der Wasserspeicherung.....	43
5.4.1	Übersicht Reservoir in Betrieb.....	43
5.4.2	Reservoir Marea.....	43
5.4.3	Reservoir Stieg.....	44
5.4.4	Reservoir Meierhof, Triesen / Vaduz	44
5.4.5	Reservoir Letzi	44
5.4.6	Reservoir Schlosswald	45
5.4.7	Reservoir Schneeflucht, Malbun	45
5.5	Anlagen der Wasserverteilung (Wassertransports).....	45
5.5.1	Wasserleitungen	45
5.5.2	Übergabeschächte.....	48
5.5.3	Spezialbauwerke.....	51
5.5.4	Quellsammel- und Druckbrecherschächte	51
5.6	Betriebswarte und Fernwirkanlagen	52
5.6.1	Wasserwerk und Betriebswarte	52
5.6.2	Fernwirkanlagen	52
5.7	Organisation der Wasserversorgung	53

5.7.1	Wasserwerk Vaduz.....	53
5.7.2	Gruppenwasserversorgung Liechtensteiner Oberland (GWO).....	53
6	Disposition der zukünftigen Wasserversorgungsanlagen.....	55
6.1	Übersicht.....	55
6.1.1	Grundkonzept	55
6.1.2	GWO Verbandsanlagen	55
6.2	Anlagen der Wassergewinnung.....	55
6.2.1	Quellen	55
6.2.2	Grundwassernutzung	57
6.3	Anlagen der Wasseraufbereitung.....	59
6.3.1	Entkeimungsanlagen.....	59
6.3.2	Andere Aufbereitungsanlagen	59
6.4	Anlagen der Wasserförderung.....	60
6.5	Anlagen der Wasserspeicherung.....	61
6.5.1	Allgemeines, Bemessungsgrundlagen	61
6.5.2	Bestimmung des notwendigen Speicherinhalts.....	61
6.5.3	Bestimmung des Speichervolumens.....	62
6.5.4	Brandschutz	63
6.5.5	Projektierte Wasserspeicherung.....	64
6.6	Anlagen der Wasserverteilung.....	64
6.6.1	Allgemeines	64
6.6.2	Bemessung der Wasserleitungen.....	64
6.6.3	Netzberechnung.....	66
6.6.4	Stagnation und Aufenthaltszeit im Netz und in den Reservoirs.....	66
6.6.5	Ausbau des Leitungsnetzes bis zum Planungsziel Z2 (2050)	68
6.6.6	Übergabeschächte.....	69
6.7	Fernwirkanlagen und Betriebswarte.....	69
6.7.1	Betriebswarte mit Prozessleitsystem	69
6.7.2	Wassermessung	70
6.7.3	Datenerfassung und Auswertung.....	70
6.7.4	Massnahmen in den Aussenstationen.....	70
6.7.5	Steuer – und Fernmeldekabel	70
7	Notstandswasserversorgung	72
7.1	Ursachen von Notstandsfällen	72
7.2	Planung der Notstandsmassnahmen.....	73

7.2.1	Wasserbedarf für die Notstandsversorgung	73
7.2.2	Wassergewinnung in Notstandslagen.....	75
7.2.3	Wasserbilanz.....	77
7.2.4	Energieversorgung in Notstandslagen	77
7.2.5	Bauliche Sicherung der Versorgungsanlagen	77
7.2.6	Wasserverteilung in Notstandslagen.....	78
7.2.7	Wassergüte in Notstandslagen	78
7.2.8	Organisation der Notstandsmassnahmen.....	78
8	Grund- und Quellwasserschutz	79
8.1	Zweck.....	79
8.2	Wichtigste Nutzungsbeschränkungen.....	80
8.3	Ausscheidung der Schutzzonen.....	81
8.4	Situation in Vaduz	81
8.4.1	Schutzzonen.....	81
8.4.2	Areale	82
8.5	Konflikte mit anderen Nutzungen.....	82
8.5.1	Aufweitung Rhein.....	82
8.5.2	Höhe Rheinsohle.....	83
8.5.3	Rheinkraftwerke.....	83
9	Etap pierung der Massnahmen	84
9.1	1. Etappe (in den nächsten 5 Jahren).....	84
9.2	2. Etappe (bis zum Planungsziel Z1 2030).....	84
9.3	3. Etappe (bis zum Planungsziel Z2 2050).....	84
10	Betrieb, Unterhalt und Tariffragen	85
10.1	Betrieb und Unterhalt.....	85
10.2	Reglement und Tarife	85
10.3	Energie in der Wasserversorgung	87
10.3.1	Energieverbrauch.....	87
10.3.2	Energiegewinnung.....	87
11	Kostenschätzung und Finanzierung	89
11.1	Kostenschätzung Baukosten projektierte Anlagen	89
11.2	Kostenschätzung Baukosten Ersatz bestehende Leitungen	90
11.3	Finanzierung.....	90
12	Zusammenfassung und Schlussbemerkungen	91

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1	Bevölkerungsentwicklung FL Amt für Statistik	12
Abbildung 2	Prognose Bevölkerungsentwicklung	13
Abbildung 3	Wasserabgabe von 1998 bis 2020	14
Abbildung 4	Wassergewinnung von 1998 bis 2020	31
Abbildung 5	Wasserbilanz Vaduz am Normalverbrauchstag NVT	33
Abbildung 6	Wasserbilanz Vaduz am Höchstverbrauchstag HVT	34
Abbildung 7	Wasserbilanz Vaduz und Schaan am Normalverbrauchstag NVT	36
Abbildung 8	Wasserbilanz Vaduz und Schaan am Höchstverbrauchstag HVT	37
Abbildung 9	Elemente der Wasserversorgung (Übersicht)	39

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1	Bevölkerungsentwicklung	11
Tabelle 2	Prognose Bevölkerungsentwicklung bis 2050	13
Tabelle 3	Verbrauchsübersicht	15
Tabelle 4	Wasserabgabe an Bevölkerung	16
Tabelle 5	Verbrauch für Haushalte und Kleingewerbe	17
Tabelle 6	Netzverluste und Verlustraten	17
Tabelle 7	Prognose spezifischer Verbrauch am Normalverbrauchstag	19
Tabelle 8	Zusammenstellung Prognose Wasserbedarf	20
Tabelle 9	Prognose Verbrauch Bevölkerung ohne Industrie (inkl. Verluste) am HVT	21
Tabelle 10	Fehlmengen Schaan, inkl. WLU	21
Tabelle 11	Gesamthärte Härtestufen	22
Tabelle 12	Bakteriologische Qualitätsanforderungen	24
Tabelle 13	Vorkommen und Ergiebigkeit des Quellwassers	25
Tabelle 14	Ergiebigkeit Schneefluchtquellen Malbun	27
Tabelle 15	Genutztes Quellwasserangebot	28
Tabelle 16	Förderleistung öffentliche Grundwasserpumpwerke	29
Tabelle 17	Wassergewinnung Vaduz - Bestand	31
Tabelle 18	Wasserangebot - Quellen und Grundwasser	32
Tabelle 19	Wasserbilanz im Betriebszustand "Normalbetrieb"	33
Tabelle 20	Wasserbilanz im Betriebszustand "Höchstverbrauch"	34
Tabelle 21	Wasserbilanz Vaduz und Schaan im Betriebszustand "Normalbetrieb"	36
Tabelle 22	Wasserbilanz Vaduz und Schaan im Betriebszustand "Höchstverbrauch"	37
Tabelle 23	Grundwasserfassungen / Grundwasserpumpwerke	40
Tabelle 24	Grundwasserpumpwerk Neugut	40
Tabelle 25	Grundwasserpumpwerk Wiesen, Schaan / Vaduz	41
Tabelle 26	Quellwasser-Desinfektionsanlagen	41
Tabelle 27	Grundwasserpumpen	42
Tabelle 28	Stufenspumpen	42
Tabelle 29	Übersicht Reservoir in Betrieb	43
Tabelle 30	Reservoir Marea	43
Tabelle 31	Reservoir Stieg	44
Tabelle 32	Meierhof, Triesen / Vaduz	44
Tabelle 33	Reservoir Letzi	44
Tabelle 34	Reservoir Schlosswald	45
Tabelle 35	Reservoir Schneeflucht, Malbun	45
Tabelle 36	Zusammenstellung bestehende Wasserleitungen nach Durchmesser	46

Tabelle 37	Zusammenstellung bestehende Wasserleitungen nach Material	46
Tabelle 38	Zusammenstellung bestehende Wasserleitungen nach Baujahr	48
Tabelle 39	Übergabeschächte.....	49
Tabelle 40	Stufenspumpwerk Übergabeschacht Lova, Triesen / Vaduz	49
Tabelle 41	Übergabeschacht Binnenkanal (IGZ), Vaduz / Triesen	50
Tabelle 42	Reservoir Meierhof, Triesen / Vaduz	50
Tabelle 43	Übergabeschacht Meierhof, Triesen / Vaduz.....	50
Tabelle 44	Reservoir Malbun, Triesenberg / Vaduz	51
Tabelle 45	Stufenspumpwerk Mühleholz, Schaan / Vaduz	51
Tabelle 46	Wasserwerk und Betriebswarte Vaduz	52
Tabelle 47	Gründung und Meilensteine der GWO.....	54
Tabelle 48	Fehlmengen Vaduz und Schaan	57
Tabelle 49	Anlagen der Wasserförderung.....	60
Tabelle 50	Bestimmung des notwendigen Speicherinhalts.....	61
Tabelle 51	Bestimmung des Speichervolumens Untere Druckzone	62
Tabelle 51	Bestimmung des Speichervolumens Obere Druckzone.....	63
Tabelle 52	Fliessgeschwindigkeiten	65
Tabelle 53	Aufenthaltszeiten des Wassers.....	67
Tabelle 54	Zusammenstellung projektierte Wasserleitungen.....	69
Tabelle 55	Notversorgung; Wasserbedarf bei normaler Netzversorgung.....	73
Tabelle 56	Notversorgung; Prognose Wasserbedarf bei normaler Netzversorgung.....	74
Tabelle 57	Notversorgung; Wasserbedarf bei eingeschränkter Netzversorgung.....	74
Tabelle 58	Notversorgung; Prognose Wasserbedarf bei eingeschränkter Netzversorgung	74
Tabelle 59	Notversorgung; Wasserbedarf bei unterbrochener Netzversorgung	75
Tabelle 60	Notversorgung; Prognose Wasserbedarf bei unterbrochener Netzversorgung	75
Tabelle 61	Notversorgung; Wasserdargebot (bestehende Anlagen).....	76
Tabelle 62	Notversorgung; Wasserdargebot (bei Stromausfall), Minimalertrag	77
Tabelle 63	Schutzzonen.....	82
Tabelle 64	Jährliche Grundgebühr	85
Tabelle 65	Energieverbrauch.....	87
Tabelle 66	Energiegewinnung.....	88
Tabelle 67	Kostenschätzung	90

ANHANG

Anhang 1:	Übersicht über die Ausbaugrößen	Diagramm
Anhang 2:	Bevölkerungsentwicklung und -Prognose	Diagramm
Anhang 3:	Wasserabgabe 1998 bis 2020	Diagramm
Anhang 4:	Wassergewinnung 1998 bis 2020	Diagramm
Anhang 5:	Gegenüberstellung Wasserangebot / Wasserbedarf	Diagramm
Anhang 6:	Information zum Trinkwasser 2021	Text
Anhang 7:	Wasserqualität Quellwasser 2021	Tabelle
Anhang 8:	Wasserqualität Grundwasser 2021	Tabelle
Anhang 9:	Wasserqualität Grundwasser Entwicklung	Diagramm
Anhang 10:	Planungsrichtwerte für Brandbekämpfung	Tabelle

WASSERVERSORGUNG GEMEINDE VADUZ

GENERELLES WASSERVERSORGUNGSPROJEKT (GWP) 2022

1 Einleitung

1.1 Problemdarstellung

Das heute gültige Generelle Wasserversorgungsprojekt der Gemeinde Vaduz stammt aus dem Jahre 1995. In Ergänzung zu diesem GWP verfügt die GWO über ein GWP aus dem Jahr 1989, welches im Jahre 2012 überarbeitet und genehmigt wurde. In diesem Zuge wurde das GWP Vaduz teilüberarbeitet.

Die Gruppenwasserversorgung Liechtensteiner Oberland (GWO) ist ein Zweckverband der Gemeinden Balzers, Triesen, Triesenberg, Vaduz und Schaan. Im Zweckverbandsvertrag sind die festgelegten Ziele, wie überörtliche Sicherung der Wasserversorgung und die gegenseitige Belieferung der Gemeinden mit Trink-, Brauch-, und Löschwasser festgelegt.

Während sich das GWO-GWP im Wesentlichen mit der Wasserbedarfsermittlung, dessen Beschaffung, Speicherung und Grobverteilung befasst, sind die wesentlichen Inhalte des Gemeinde-GWP's die Feinverteilung, der Brandschutz und die Gewährleistung der minimalen Druckverhältnisse.

In den letzten Jahren haben sich verschiedene, den seinerzeitigen Projekten zugrunde gelegten Randbedingungen massgeblich geändert, was Auswirkungen auf die tatsächlich eingetretene Entwicklung und folgedessen auch auf die Prognose der postulierten Bedarfssituation der Zukunft hat. Die zusätzlich benötigten Wassermengen der Gemeinde Schaan für die Industrie und die angedachte Abgabe an die WLU müssen ebenfalls berücksichtigt werden, da die Gemeinde Vaduz die angrenzender GWO-Partnergemeinde ist. Damit ergeben sich Änderungen am seinerzeitig festgelegten Anlagekonzept.

1.2 Auftragsumschreibung

Ausgehend von einer umfassenden Bestandesaufnahme ist eine revidierte Entwicklungs- und Bedarfsprognose zu erstellen und das gültige Anlagekonzept zur Wassergewinnung, -aufbereitung, -speicherung und Feinverteilung anzupassen. Des weiteren sind die Etappierung der Massnahmen und deren finanzielle Konsequenzen aufzuzeigen.

Gestützt auf eine Honorarofferte erhielt das Ingenieurbüro Sprenger & Steiner Anstalt, Triesen den Auftrag für die Überarbeitung des GWP der Gemeinde Vaduz.

1.3 Zweck des Generellen Wasserversorgungsprojektes, Planungszeiträume

Das Generelle Projekt ist ein Planungsinstrument und befasst sich mit der künftigen Wasserversorgung in der Gemeinde Vaduz. Es soll den nachgenannten Zwecken dienen:

- Orientierung über die gegenwärtigen Versorgungsverhältnisse

- Ermittlung der zukünftigen Bedürfnisse unter Berücksichtigung einer abgeschätzten Entwicklung (Bevölkerung, Industrie und Gewerbe etc.)
- Darstellung eines zweckmässigen Anlagekonzeptes für die Bedürfnisse der Zukunft und Erläuterung eines Programmes zum schrittweisen Ausbau der Wasserversorgungsanlagen
- Überprüfung der Wasserversorgung in Notlagen
- Orientierung über die sich daraus ergebenden finanziellen Konsequenzen, insbesondere über die zu erwartenden Investitionen.

Dabei muss ausdrücklich vorbehalten werden, dass sich im Verlaufe der Zeit, z.B. aufgrund geänderter Randbedingungen, durch Detailabklärungen und durch die Projektierungsarbeiten Änderungen ergeben können.

Als Planungszeiträume werden die Planungsziele Z1 (2030) als mittelfristige und Z2 (2050) als langfristige Entwicklungstendenz festgelegt. Massgebend sind nicht die Jahreszahlen, sondern die entsprechend vorhandene Entwicklung der Einwohnerzahlen, Wasserverbräuche, etc.

1.4 Planungsgrundlagen, Gesetze und Richtlinien

Für die Überarbeitung des Generellen Wasserversorgungsprojektes konnte im Wesentlichen auf folgende vorhandene Grundlagen zurückgegriffen werden:

- Projektmappe GWP GWO 2012
- Ausbaukonzept Schaan-Vaduz 2022
- Übersichtsplan des gesamten Leitungsnetzes
- Bestandes- und Hydrantenplan
- Trinkwasserversorgung in Notlagen, Ernstfalldokumentation
- Qualitätssicherungssystem Wasserversorgung (QS) der Wasserversorgung Vaduz
- Zonenplan und Richtplanung Vaduz
- Landesrichtplan
- SVGW Richtlinien und einschlägige Gesetze
- Vereinbarungen und Lieferverpflichtungen
 - GWO Zweckverbandsvertrag und Reglement
 - Ausbaukonzept Wasserversorgungen Vaduz-Schaan

1.5 Vorgehen

Um die veränderten Verhältnisse seit dem Generellen Projekt von 1995 zu erfassen und einen Überblick über das gesamte Gebiet zu erhalten, wurde viel Aufwand in die Bestandesaufnahme investiert. Anhand dieser Grundlage erfolgten die Entwicklungsprognose und die Festlegung der Ausbaugrössen.

Die vorgeschlagenen baulichen und organisatorischen Massnahmen basieren auf den vorgängigen Untersuchungen und den gesteckten Zielen.

2 Projektgrundlagen

2.1 Planungsgebiet

2.1.1 Lage und Umfang Versorgungsgebiet

Das Versorgungsgebiet umfasst die gemäss Bauzonenplan zu erschliessenden Bauzonen und die zu versorgenden Gebiete.

Die Richtplanung wurde geprüft und wo nötig berücksichtigt. Die Netzkonzeption wurde so gewählt, dass allfällige Netzerweiterungen möglich sind. Bei Neuerschliessungen / Umlegungen ist die Netzplanung mit den aktuellen Unterlagen nachzuführen.

Das Versorgungsgebiet ist auf dem Übersichtsplan und dem Projektplan ersichtlich.

Das Versorgungsgebiet ist aus hydraulischen und topographischen Gründen in zwei Druckzonen unterteilt. Die **obere Druckzone** wird ca. bei der 510 mü.M. Höhenlinie von der **unteren Druckzone** getrennt. Dazu kommt die Ableitung aus dem Malbun nach Vaduz mit diversen Bezügern, welche vereinfacht als **Hochzone** bezeichnet wird.

2.1.2 Klima und Niederschläge

Das für die Wasserversorgung nutzbare Wasserangebot wird grossräumig aus den Niederschlägen gewonnen. Ca. 50 % des Niederschlages verdunstet wieder, der Rest versickert in den Untergrund. Dieses Wasser tritt später entweder als Quellwasser aus oder fliesst unterirdisch in den Grundwasserstrom des Rheintales ab.

Der Grundwasserstrom wird in Vaduz jedoch nicht nur von Hang-Sickerwasser gespeist, sondern hauptsächlich aus dem Grundwasserstrom des Rheintales und damit aus dem Rhein selbst.

Da in Trockenzeiten der grösste Teil unseres Trink- und Brauchwassers dem Grundwasserstrom oder ergiebigen Quellen entnommen wird, erübrigt es sich, näher auf die Niederschläge und ihre Verteilung über das Jahr einzugehen, zumal, wie vorangehend erwähnt, der Grundwasserstrom auch von ausserhalb des Landes gespeist wird.

2.1.3 Geologie

Das Fürstentum Liechtenstein gehört geologisch weitgehend zum Mesozoikum (Trias, Jura, Kreide: 225 bis 64 Mio. Jahre). Die „Falknis-Decke“, die Lechtal-Decke“, die „Flysch“-Gebiete und ebenso das „Helvetikum“ bestehen weitgehend aus Kalken, Dolomiten und Mergelschiefern. Die Haupttalböden im Rheintal sind quartäre Ablagerungen, die überwiegend nacheiszeitlich (seit 12'000 Jahren) gebildet wurden.

Die Ebene des Rheintales besteht aus Alluvialböden. In der Talmitte liegt ein Streifen aus Schwemmmaterial, das vom Rhein aufgetragen wurde. Gegen den Bergfuss hin befinden sich die Schuttkegel und Ausläufer der Rufen, die teilweise bis weit in die Talebene hinaus vorstossen. Das Schwemmmaterial des Rheines und der Rufen ist vorwiegend mineralisch, sodass teils gute Verhältnisse für Grundwasserfassungen vorhanden sind.

2.1.4 Wasserbeschaffung / Standbeine

Die Wasserbeschaffung erfolgt in erster Priorität mit Quellwasser, welches im freien Gefälle ins Trinkwassernetz geleitet werden kann. Das Quellwasservorkommen ist in Kap. 4.1.2, die bestehenden Quellen sind in Kap. 5.2.1 und die vorgesehene Erweiterung der Schneefluchtquellen ist in Kap. 6.2.1 beschrieben.

Falls der Quellwasserertrag nicht ausreicht, wird Grundwasser gefördert. Das Grundwasservorkommen ist in Kap. 4.1.3 und die bestehenden Grundwasserpumpwerke sind in Kap. 5.2.3 und 5.2.4 beschrieben.

In Vaduz wird grösstenteils Quellwasser genutzt, landesweit beträgt der Anteil des Quellwassers ca. 60 % und der Anteil des Grundwassers ca. 40 %.

Durch die Nutzung der unabhängigen Standbeine der Quellwassernutzung in Malbun und der Grundwassernutzung im Rheintal weist die Wasserversorgung Vaduz eine hohe Versorgungssicherheit auf.

Als Partnergemeinde der GWO tauscht die Gemeinde Vaduz Wasser mit Triesen, Triesenberg und Schaan aus.

2.2 Allgemeines zu Prognosen

Die Entwicklung des Wasserbedarfes für Haushalt, Gewerbe, öffentliche Dienste und Industrie ist primär von drei Hauptfaktoren abhängig, nämlich von der Anzahl der zukünftigen Einwohner, von den Veränderungen der Verbrauchsgewohnheiten des einzelnen Bürgers sowie dem Bedarf von Industrie und Gewerbe. Die Entwicklung der beiden erstgenannten Faktoren muss nicht zwangsweise dieselbe Tendenz aufweisen. Der Bedarf des Gewerbes kann sich kurzfristig enorm verändern.

Jede Voraussage enthält Angaben über die Veränderung einer Grösse, innerhalb eines zukünftigen Zeitabschnittes. Die zukünftigen Veränderungen des Wasserbedarfes je Einwohner werden von vielen Faktoren (klimatische Verhältnisse, wirtschaftliche Erwerbsstruktur, etc.) beeinflusst, die nur abgeschätzt werden können. Der Planer kann eine Prognose nur aus den Entwicklungen der Vergangenheit und den Indizien der Gegenwart ableiten.

Mit diesen Hinweisen soll bei wichtigen späteren Entscheidungen die eingetretene wirkliche Entwicklung mit der vorausgesagten verglichen werden und dabei vor allem die entsprechenden Zeitkorrekturen vorgenommen werden. Im Speziellen ist der Wasserbedarf der Gewerbebetriebe immer wieder kritisch zu überprüfen.

2.3 Bevölkerungsentwicklung

Die Bevölkerung im Liechtensteiner Oberland hat in den vergangenen Jahrzehnten unterschiedlich stark zugenommen. Siehe auch Diagramm im Anhang.

Im Versorgungsgebiet waren in der Vergangenheit folgende Einwohner zu verzeichnen:

Einwohner	1970	1980	1990	2000	2010	2020
Vaduz	3'921	4'606	4'897	4'927	5'207	5'741

Tabelle 1 Bevölkerungsentwicklung

Bevölkerungsszenarien gemäss dem FL Amt für Statistik

Mit den Bevölkerungsszenarien für Liechtenstein liegt eine Publikation zum Thema Bevölkerung vor. Die Bevölkerungsszenarien zeigen die Bevölkerungsentwicklung für Liechtenstein anhand von drei Szenarien für den Zeitraum 2015-2050.

Die Bevölkerungsszenarien für die Jahre 2015-2050 wurden im Rahmen eines Expertenberichts zur finanziellen Alterssicherung in Liechtenstein berechnet, den das Institut für Versicherungswirtschaft der Universität St. Gallen verfasst hat. Das Institut für Versicherungswirtschaft erstellte die Szenarien in Zusammenarbeit mit dem Statistischen Amt des Kantons Zürich und der amtlichen Statistik Liechtensteins. Die Berechnung der drei Szenarien erfolgte im Statistischen Amt des Kantons Zürich.

Das Trendszenario schreibt die aktuelle Entwicklung fort. Das optimistische Szenario geht von einer vorteilhaften Wirtschaftsentwicklung in Liechtenstein und damit einer erhöhten Zuwanderung aus dem Ausland aus. Im pessimistischen Szenario gehen Arbeitsplätze in Liechtenstein verloren. Als Folge reduziert sich die Zahl der Zuwanderer.

Bevölkerungsentwicklung FL 2000 - 2050

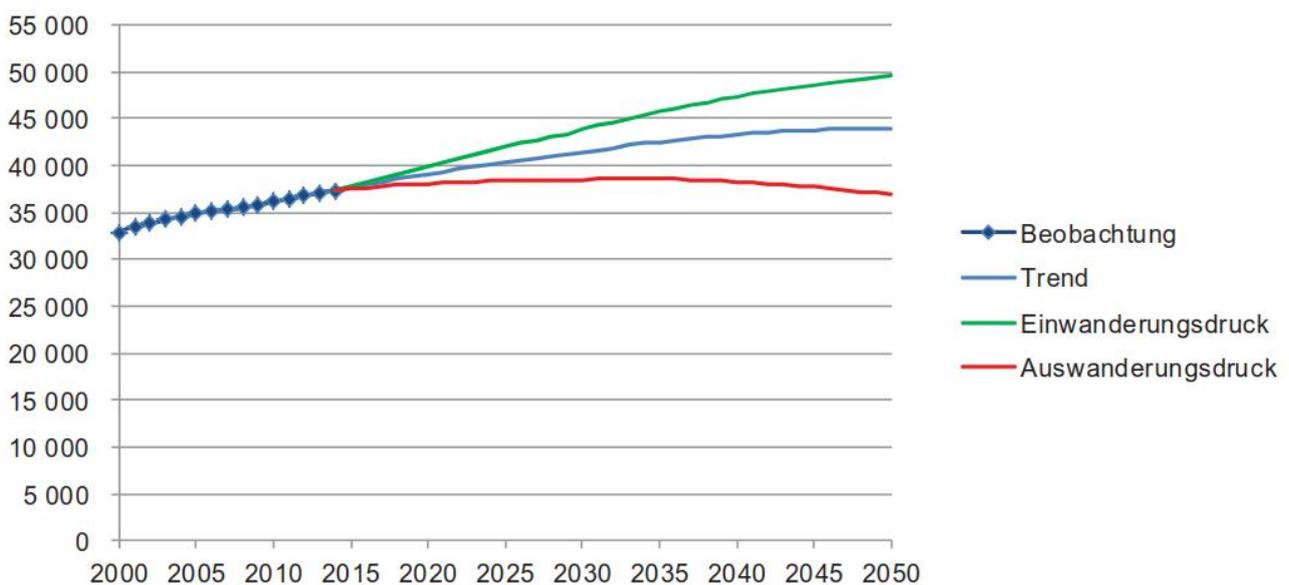


Abbildung 1 Bevölkerungsentwicklung FL Amt für Statistik

Die Grafik zeigt die Bevölkerungsentwicklung im Fürstentum Liechtenstein auf. Der Anteil der Gemeinde Vaduz beträgt z.Z. ca. 15 % der Gesamtbevölkerung im FL.

Bevölkerungsentwicklung Vaduz und GWO

Die Entwicklung der Bevölkerung hängt stark von der wirtschaftlichen, sozialen und politischen Lage ab und ist deshalb schwierig abzuschätzen:

Grundlage für die künftige Prognose bildet die nachfolgend dargestellte Bevölkerungsentwicklung.

Einwohner	2010	2020	2030 (Z1)	2040	2050 (Z2)
Vaduz	5'207	5'741	6'150	6'600	7'080
Total GWO	22'890	24'426	28'100	31'100	34'400

Tabelle 2 Prognose Bevölkerungsentwicklung bis 2050

Die Prognose für die gesamte GWO liegt also etwa in der Mitte zwischen den Szenarien „Trend“ und „Optimistisch“ des FL Amt für Statistik.

Bevölkerungsentwicklung 1970 - 2020 / Entwicklungsprognose 2021 – 2050

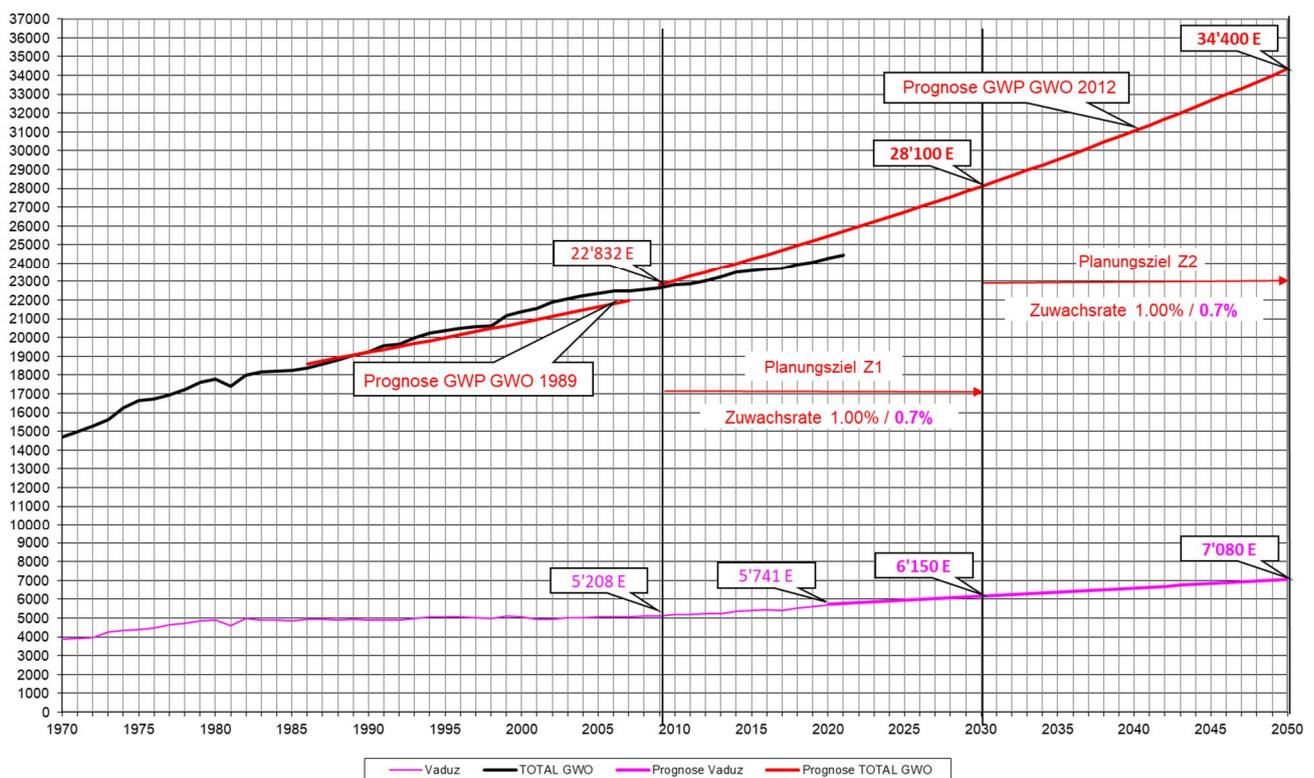


Abbildung 2 Prognose Bevölkerungsentwicklung

3 Wasserbedarf

3.1 Wasserbedarf Bestandesaufnahme

3.1.1 Totaler Verbrauch

Der totale Wasserverbrauch setzt sich im Wesentlichen aus dem Verbrauch der Bevölkerung sowie dem Verbrauch für das Gewerbe zusammen.

Der Verbrauch der Bevölkerung setzt sich folgendermassen zusammen:

- Wasserbedarf von Haushalten und Kleingewerbe
- Wasserbedarf von öffentlichen Bauten
- Wasserbedarf für öffentliche Brunnen, Hydranten, Bauwasser etc.
- Netzverluste, Netzspülungen, Rohrbrüche etc.

Nachstehendes Diagramm zeigt, dass der Wasserverbrauch für die Bevölkerung Vaduz in den letzten 10 Jahren stabil geblieben ist, nachdem die Tendenz vorher rückläufig war. Die Abgabe an die GWO-Partnergemeinden ist gestiegen. Infolge des Baus der Reservoirs Meierhof im Jahre 2011 ist der Wasseraustausch mit Triesen erheblich erhöht worden. Zudem fällt durch ein besseres Überwasserregime nach Schaan weniger Überwasser an.

Wasserabgabe von 1998 bis 2020 in m3 pro Jahr

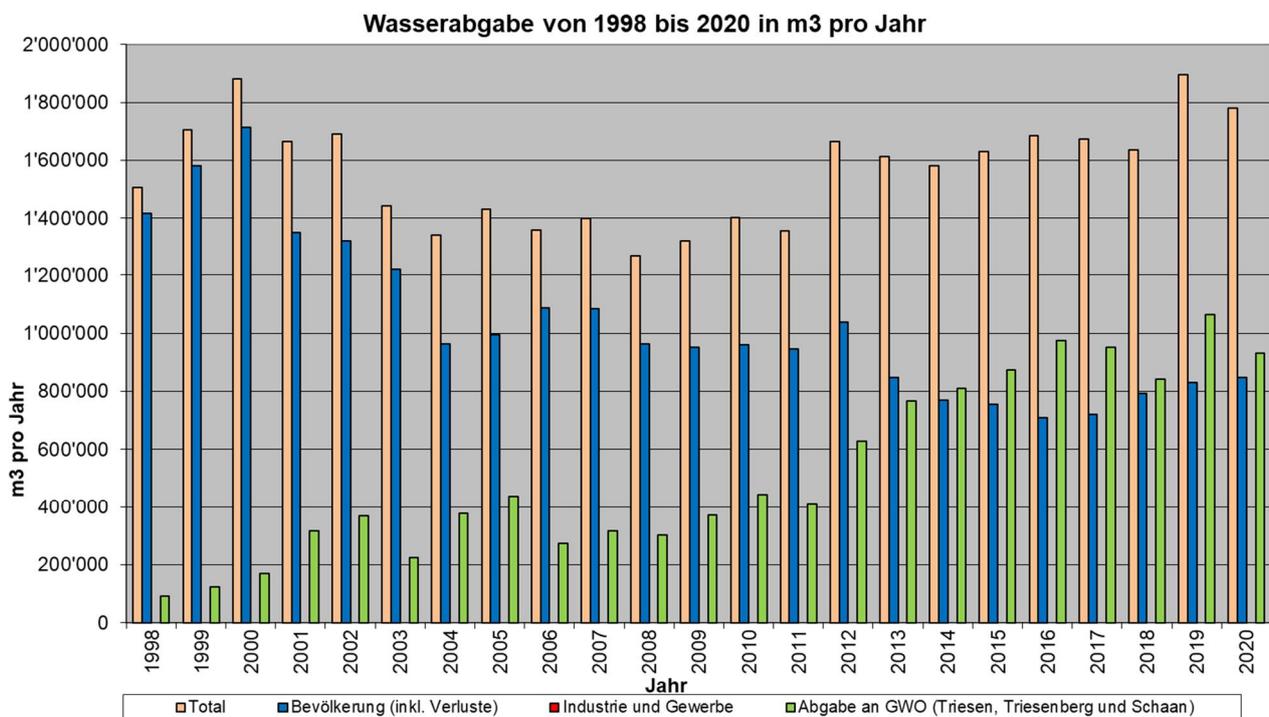


Abbildung 3 Wasserabgabe von 1998 bis 2020

3.1.2 Verbrauchsübersicht

Eine Übersicht über die Aufteilung des Gesamtverbrauchs in Vaduz in den letzten Jahren gibt nachfolgende Tabelle.

Wasserverbrauch	Einheit	2010	2015	2019	2020
Einwohnerzahl	E	5'204	5'421	5'624	5'696
Verbrauch für Haushalte und Kleingewerbe in % des Gesamtverbrauches	m ³ /Jahr	709'000	567'000	594'000	602'000
	m ³ /Tag	1'942	1'553	1'627	1'649
	%	73.9%	75.1%	71.5%	70.9%
Verbrauch für Diverses (Brunnen, Bauwasser etc.) in % des Gesamtverbrauches	m ³ /Jahr	70'000	70'000	70'000	70'000
	m ³ /Tag	192	192	192	192
	%	7.3%	9.3%	8.4%	8.2%
Nicht registrierte Verbräuche (Netzverluste, Netzspülungen, Rohrbrüche, (Messdifferenz. etc.) in % des Gesamtverbrauches	m ³ /Jahr	180'000	118'000	167'000	177'000
	m ³ /Tag	493	323	458	485
	%	18.8%	15.6%	20.1%	20.8%
Summe = Verbrauch für die Bevölkerung in % des Gesamtverbrauches	m ³ /Jahr	959'000	755'000	831'000	849'000
	m ³ /Tag	2'627	2'068	2'277	2'326
	%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
Verbrauch für Industrie und Gewerbe mit mehr als 10'000 m ³ pro Jahr (*250 Tage/Jahr!) in % des Gesamtverbrauches	m ³ /Jahr	0	0	0	0
	m ³ /Tag*	0	0	0	0
	%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Gesamtverbrauch pro Jahr	m ³ /Jahr	959'000	755'000	831'000	849'000
Mittlerer Tagesverbrauch*	m ³ /Tag*	2'627	2'068	2'277	2'326
Einwohnerspezifischer Verbrauch:					
Gesamtverbrauch / 365 Tage	l/E-Tag**	505	382	405	408
Verbrauch für die Bevölkerung (ohne Industrie u. Gewerbe)	l/E-Tag	505	382	405	408
Anteil Haushalt und Kleingewerbe	l/E-Tag	373	287	289	290
Verbrauch für Industrie und Gewerbe	l/E-Tag*	0	0	0	0

* Für Industrie und Gewerbe wurden 250 Arbeitstage pro Jahr eingesetzt.

** Gesamtverbrauch durch 365 Tage geteilt:

Tabelle 3 Verbrauchsübersicht

Der Grossteil des Wasserverbrauchs (Haushalte, Kleingewerbe, öffentliche Bauten und Gewerbe) wird mittels Wasserzähler registriert. In den letzten Jahren (2017 bis 2021) sind Zähler mit dem Smart-Meter-System eingebaut worden, welche eine laufende Ablesung ermöglichen.

Die gesamte Netzeinspeisung, welche ebenfalls über diverse Wasserzähler gemessen wird, abzüglich der registrierten Netzverbräuche ergibt die nicht registrierten Verbräuche (Eigenbedarf der WV, Netzverluste, Rohrbrüche, laufende Brunnen und Messdifferenzen).

3.1.3 Verbrauch der Bevölkerung

Der Wasserbedarf für die Bevölkerung setzt sich zusammen aus dem Bedarf für Haushalt und Kleingewerbe, inkl. öffentliche Bauten sowie den nicht registrierten Verbräuchen wie Netzverlusten, Netzspülungen, Rohrbrüche, laufende Brunnen und Hydranten etc.

Zum Vergleich von Vaduz mit den anderen GWO Gemeinden ist nachstehende Tabelle aufgeführt. Dabei ist der Verbrauch für die Bevölkerung, inkl. Verluste in den vergangenen Jahren aufgelistet. Zudem sind auch die einwohnerspezifischen Verbräuche (Liter pro Einwohner und Tag) errechnet worden:

Gemeinde	Abgabe an Bevölkerung (inkl. Verluste)						
	2015		2019		2020		Mittel
	[m ³ /a]	[l/E *d]	[m ³ /a]	[l/E *d]	[m ³ /a]	[l/E *d]	[l/E *d]
Balzers	496'000	296	419'000	250	453'000	267	271
Triesen	535'000	293	520'000	274	494'000	256	274
Triesenberg (*3)	331'000	349	343'000	356	354'000	368	358
Vaduz	755'000	382	831'000	405	849'000	408	398
Schaan	804'000	369	1'019'000	464	964'000	437	423
Total GWO	2'921'000	339	3'132'000	356	3'114'000	351	348

(*3) inkl. Feriengebiete

Tabelle 4 Wasserabgabe an Bevölkerung

Vaduz weist mit ca. 400 l/E*d einen relativ hohen Wert aus, welcher durch den hohen Anteil an Gewerbe und Dienstleistungsbetrieben begründet ist. Die nicht registrierten Wasserverbräuche sind in Kap. 3.1.3.2 begründet.

3.1.3.1 Verbrauch für Haushalt und Kleingewerbe

Der Verbrauch für Haushalt und Kleingewerbe wird lückenlos über die Wasserzähler bei den Abonnenten registriert, wobei auch die Zähler der öffentlichen Bauten (Schulen etc.) integriert sind. Als Kleingewerbe im Sinne der vorliegenden Statistik gelten Gewerbebetriebe in Wohngebäuden, deren Wasserverbrauch nicht gesondert gemessen wird und 10'000 m³ pro Jahr nicht übersteigt.

Zum Vergleich von Vaduz mit den anderen GWO Gemeinden ist nachstehende Tabelle aufgeführt. Dabei ist der Verbrauch für Haushalt und Gewerbe, inkl. öffentliche Bauten in den vergangenen Jahren aufgelistet. Dabei sind nur die registrierten Verbräuche (ohne Verluste) berücksichtigt. Zudem sind auch die einwohnerspezifischen Verbräuche (Liter pro Einwohner und Tag) errechnet worden.

Abgabe ab Haushalte und Kleingewerbe im Vergleich mit anderen GWO-Gemeinden:

Gemeinde	Abgabe an Haushalt und Kleingewerbe (ohne Verluste)						
	2015		2019		2020		Mittel
	[m ³ /a]	[l/E *d]	[m ³ /a]	[l/E *d]	[m ³ /a]	[l/E *d]	[l/E *d]
Balzers	362'000	216	353'000	211	376'000	222	216
Triesen	402'000	220	428'000	225	424'000	220	222
Triesenberg (*3)	192'000	202	218'000	227	220'000	228	219
Vaduz	567'000	287	594'000	289	602'000	290	289
Schaan	494'000	227	552'000	251	604'000	274	251
Total GWO	2'017'000	234	2'145'000	244	2'226'000	251	243

(*3) inkl. Feriengebiete

Tabelle 5 Verbrauch für Haushalte und Kleingewerbe

Vaduz weist mit ca. 300 l/E*d einen relativ hohen Wert aus, welcher durch den hohen Anteil an Gewerbe und Dienstleistungsbetrieben begründet ist. Der durchschnittliche Bedarf in der Schweiz beträgt ca. 170 bis 200 l/E*d.

3.1.3.2 Nicht registrierte Wasserverbräuche (Netzverluste etc.)

Die echten Wasserverluste bewegen sich in den letzten Jahren innerhalb von 10 bis 20% des Gesamtverbrauchs. Im Vergleich mit den durchschnittlichen Netzverlusten von 10 bis 15% in der Schweiz war dieser Wert in der Vergangenheit zu hoch. Der Wasserverlust 2021 ist akzeptabel.

Aussagekräftiger sind die Verluste in Relation zu der Leitungslänge. Die reinen Verluste sollten den Wert von 5 l/min pro km Leitung nicht übersteigen, bis zu 3 l/min pro km Leitung sind akzeptabel. Netzverluststraten grösser als 0.2 m³/Std. pro km werden als „Hohe Wasserverluste“ eingestuft.

Die Verluste ergeben in den letzten Jahren folgende spezifische Verluststraten (Netzlänge ohne Hausanschlussleitungen):

Vaduz		2010	2015	2020	2021
Nicht registrierter Verbrauch	m ³ / Jahr	250'000	188'000	247'000	153'000
Annahme unechte Verluste	m ³ / Jahr	70'000	70'000	70'000	70'000
Netzverluste, echte	m ³ / Jahr	180'000	118'000	177'000	83'000
Netzverluste, echte	l / Minute	342	225	337	158
Prozentualer Netzverlust	%	18.7	15.6	20.8	11.2
Leitungslänge	km	59.0	60.0	62.0	62.0
Spezifische Netzverlustrate	l / min pro km	5.8	3.74	5.5	2.5
Spezifische Netzverlustrate	m ³ /Std. pro km	0.35	0.22	0.33	0.15

Tabelle 6 Netzverluste und Verluststraten

Bei den errechneten spezifischen Verlustraten besteht sicher noch ein Optimierungsbedarf gegenüber den Sollwerten des SVGW. Die Anstrengungen sollen im Rahmen der bisherigen Jahre weitergeführt werden. Netzverluste können nicht vollständig eliminiert werden. Denn Netzverluste zu eliminieren ist immer auch eine Kosten-Nutzen-Rechnung.

Aufgrund dieser ökologischen, wirtschaftlichen und hygienischen Erwägungen ist es für die Wasserversorgung notwendig, die Instandhaltungsstrategie auch aus dem Blickwinkel der Wasserverlustsenkung zu optimieren. Die beiden folgenden Teilprozesse der Wassernetzüberwachung sind zu prüfen:

- Nachhaltige und langfristige Instandhaltung zur Minimierung der Schadensraten und der Reduktion der Rohrnetzverluste
- Gezielte Untersuchungen des Rohrnetzes zur Früherkennung nicht sichtbarer Leckagen und damit eine Minimierung der Laufzeit bzw. Leckagewassermenge
- Kontrolle der Hauptzähler in den Bauwerken der Wasserversorgung
- Auswertung der Smart-Meter-Daten (Tages- und Stundenwerte)
- Auswertung und evtl. Ergänzung der Netzabschnittsmessungen

Es gilt für den Versorger die Informationen aus der Instandhaltungsplanung und Rohrnetzbewertung zur gezielten Netzinspektion und für die Lecksuche umzusetzen.

Die Netzverluste schwanken aufgrund von Sanierungen von defekten Leitungen in den letzten Jahren.

3.1.4 Verbrauch von Gross-Industrie und Gewerbe

In der Wasserversorgung zählen nur Verbraucher mit einem Bedarf von mehr als 10'000 m³ pro Jahr zu den Industrie und Gewerbebetrieben. In Vaduz gibt es deshalb zurzeit keine Industrie und Gewerbebetriebe.

Dafür gibt es sehr viele Gewerbe und Dienstleistungsbetriebe mit einem Wasserverbrauch unter 10'000m³, welche jedoch zur Verbrauchergruppe „Bevölkerung“ gezählt werden.

Die Firma Hoval AG betreibt ein eigenes Grundwasserpumpwerk mit dem sie den grössten Teil des benötigten Wassers selber beschaffen. In den letzten Jahren förderte die Hoval AG zwischen 30'000 und 100'000 m³ pro Jahr. Die Tendenz ist fallend.

Landwirtschaftliche Bewässerung

Die Bewässerung von landwirtschaftlichen Kulturen ab der Trinkwasserversorgung in aktuell noch relativ klein. Die Wassermengen werden zurzeit bei der nicht registrierten Wassermenge unter den unechten Verlusten erfasst.

3.1.5 Höchstverbrauchstag

Der Höchstverbrauchstag ist je nach klimatischen Verhältnissen von Jahr zu Jahr unterschiedlich. Erfahrungsgemäss entspricht der Höchstverbrauchstag in kleinen, ländlichen Gemeinden dem 1.7 – 2-fachen Wert der mittleren Tagesverbrauchswerte. Der Faktor nimmt mit zunehmender Grösse der Versorgung ab.

Aufgrund der lückenlosen Registrierung des Gesamtverbrauches kann der Höchstverbrauchstag in Vaduz über Jahre zurückverfolgt werden.

Die ermittelten Spitzenfaktoren berücksichtigen beim Normalverbrauchstag, dass der Jahresverbrauch für die Bevölkerung auf 365 Tage sowie der Verbrauch der Industrie und Gewerbe aber auf 250 Arbeitstage verteilt wird.

3.2 Wasserbedarf Entwicklungsprognose

3.2.1 Wasserbedarf für die Bevölkerung (Verbrauch ohne Industrie u. Gewerbe)

Für die Prognose des zukünftigen totalen Wasserbedarfs ist der spezifische Verbrauch der Bevölkerung (Liter pro Einwohner und Tag) von massgebender Bedeutung.

Der Wasserbedarf für die Bevölkerung setzt sich zusammen aus dem Bedarf für Haushalt und Kleingewerbe, öffentlichen Bauten, Brunnen und Hydranten sowie Netzverlusten.

Vaduz wird voraussichtlich auch künftig einen relativ grossen Anteil an Gewerbe- und Dienstleistungsbetrieben mit vor allem Tagespendler aufweisen. Deshalb ist ein pro Kopfverbrauch von 400 l/E*d angemessen.

Unter Berücksichtigung einer gemeindeindividuellen Entwicklung gehen wir für den Planungshorizont Z1 (2030) und Z2 (2050) vom nachstehenden spezifischen Verbrauch pro Einwohner aus:

Spezifischer Verbrauch am NVT Gemeinde	Ver-	2020		2030 (Z1) und 2050 (Z2)	
		Ohne Netzverluste l/E*d	Inkl. Netzverluste l/E*d	Ohne Netzverluste l/E*d	Inkl. Netzverluste l/E*d
Vaduz		290	410	400	500

Tabelle 7 Prognose spezifischer Verbrauch am Normalverbrauchstag

Die daraus errechneten Verbrauchszahlen sind den nachfolgenden Tabellen zu entnehmen.

3.2.2 Prognose der nicht registrierten Wasserverbräuche (Netzverluste etc.)

Trotz Behebung von Netzverlusten wird es immer wieder neue Leckstellen geben. Für die Schätzung des künftigen Wasserbedarfs gehen wir vom pessimistischen Fall aus, das heisst, dass auch künftig mit ähnlichen Netzverlusten wie heute zu rechnen ist.

3.2.3 Wasserbedarf für Industrie und Gewerbe

Der zukünftige Verbrauch für Industrie und Gewerbe ist sehr schwierig abzuschätzen, da sich einerseits die Verhältnisse auf dem Arbeitsmarkt jährlich ändern können und andererseits ein Teil des Wasserbedarfs durch private Grundwasserpumpwerke (Pumpwerk Hoval) bereitgestellt wird.

Wir gehen davon aus, dass sich bis zu den Planungszielen Z1 (2030) und Z2 (2050) in Vaduz einzelne Industrie- und Gewerbebetriebe mit einem Wasserbedarf von insgesamt ca. 100'000 bis 150'000 m³ pro Jahr, bzw. ca. 400 bis 600 m³ pro Tag ansiedeln werden.

Landwirtschaftliche Bewässerung

Aufgrund der Klimaerwärmung werden in Liechtenstein und Umgebung heissere, trockenere Sommer und feuchtere, wärmere Winter vorausgesagt. Der Wasserbedarf wird wegen den Bewässerungen vermutlich ansteigen. Genaue Prognosen können zum heutigen Zeitpunkt nicht gemacht werden. Im aktuellen GWP sind keine Wassermengen für die Bewässerung berücksichtigt. Falls genügend Kapazitäten vorhanden sind, kann jedoch Wasser für die Bewässerung abgegeben werden.

3.2.4 Zusammenstellung Prognose Wasserbedarf

Der totale Wasserbedarf ergibt sich aus der Addition des Bedarfs für die Bevölkerung, dem Bedarf für Industrie und Gewerbe und den Netzverlusten.

Für den Normalverbrauchstag ergeben sich folgende Werte:

Prognose Wasserverbrauch	Einheit	2020	Z1 (2030)	Z2 (2050)
Einwohnerzahl	E	5'700	6'150	7'080
Verbrauch für Haushalte und Kleingewerbe in % des Gesamtverbrauches	m ³ /Jahr	602'000	900'000	1'030'000
	m ³ /Tag	1'650	2'460	2'830
	%	70.8%	73.2%	68.7%
Verbrauch für Diverses (Brunnen, Bauwasser etc.) in % des Gesamtverbrauches	m ³ /Jahr	70'000	70'000	70'000
	m ³ /Tag	192	192	192
	%	8.2%	5.7%	4.7%
Nicht registrierte Verbräuche (Netzverluste, Netzspülungen, Rohrbrüche, (Messdifferenzen etc.) in % des Gesamtverbrauches	m ³ /Jahr	178'000	160'000	250'000
	m ³ /Tag	488	448	685
	%	21.0%	13.0%	16.7%
Summe = Verbrauch für die Bevölkerung in % des Gesamtverbrauches	m ³ /Jahr	850'000	1'130'000	1'350'000
	m ³ /Tag	2'330	3'100	3'700
	%	100.0%	91.9%	90.0%
Verbrauch für Industrie und Gewerbe mit mehr als 10'000 m ³ pro Jahr (*250 Tage/Jahr eingesetzt!) in % des Gesamtverbrauches	m ³ /Jahr	0	100'000	150'000
	m ³ /Tag*	0	400	600
	%	0.0%	8.1%	10.0%
Gesamtverbrauch pro Jahr	m ³ /Jahr	850'000	1'230'000	1'500'000
Mittlerer Tagesverbrauch*	m ³ /Tag*	2'330	3'500	4'300
Einwohnerspezifischer Verbrauch:				
Gesamtverbrauch / 365 Tage	l/E-Tag**	409	550	580
Gesamtverbrauch 365 bzw. 250 Tage*	l/E-Tag*	409	570	610
Verbrauch für die Bevölkerung (ohne Industrie u. Gewerbe)	l/E-Tag	409	500	520
Anteil Haushalt und Kleingewerbe	l/E-Tag	290	400	400
Verbrauch für Industrie und Gewerbe	l/E-Tag*	0	65	85

* Für Industrie und Gewerbe wurden 250 Arbeitstage pro Jahr eingesetzt.

** Gesamtverbrauch durch 365 Tage geteilt:

Tabelle 8 Zusammenstellung Prognose Wasserbedarf

3.2.5 Höchstverbrauchstag

Der Höchstverbrauchstag ergibt sich aus dem Normalverbrauchstag multipliziert mit dem Spitzenfaktor. Für den Bedarf der Bevölkerung wurde ein Spitzenfaktor von 1.8, für den Bedarf für die Industrie wurde ein Spitzenfaktor von 1.5 gewählt.

Dabei ergeben sich folgende Werte:

	Spitzenfaktor (*1) [-]	Wasserbedarf					
		Normalverbrauchstag NVT			Höchstverbrauchstag HVT		
		2020 [m3/d]	2030 [m3/d]	2050 [m3/d]	2020 [m3/d]	2030 [m3/d]	2050 [m3/d]
Bevölkerung	1.80	2'330	3'100	3'700	4'600	5'600	6'600
Industrie	1.50	0	400	600	0	600	900
Total Vaduz		2'330	3'500	4'300	4'200	6'200	7'500

(*1) Spitzenfaktor bezieht sich auf 2030 und 2050.

Für 2009 wurden die effektiven Werte eingesetzt.

Tabelle 9 Prognose Verbrauch Bevölkerung ohne Industrie (inkl. Verluste) am HVT

3.2.6 Wasserbedarf für Partnergemeinden der GWO

Gemäss dem Ausbaukonzept der Wasserversorgungen Schaan-Vaduz reicht das Wasserangebot für Schaan bei weitem nicht aus, um das gesteigerte Angebot abzudecken. Die fehlende Wassermenge muss durch Vaduz oder durch zusätzliche Wasserbeschaffung abgedeckt werden.

Die Fehlmengen der Gemeinde Schaan, inkl. einer allfälligen späteren Abgabe an die WLU, sind nachfolgend zusammengestellt.

Fehlmengen am Planungsziel	2020 m3/Tag	2030 (Z1) m3/Tag	2050 (Z2) m3/Tag
Mittlere Fehlmenge am Normalverbrauchstag NVT	700	8'200	10'200
Maximale Fehlmenge am Höchstverbrauchstag HVT	1'600	12'200	15'700

Tabelle 10 Fehlmengen Schaan, inkl. WLU

Es werden Überlegungen angestellt, die Fehlmenge der WLU in den nächsten Jahren durch die GWO abzudecken. Der Standort für ein neues Grundwasserpumpwerk in der WLU ist aus hydrogeologischen Gründen weniger geeignet als die Standorte im Oberland.

Der Vertrag zwischen der GWO/Schaan und der WLU über die Verbundleitungen Schaan-Bendern und Schaan-Nendeln sowie die gegenseitige Wasserlieferung vom 17.07.1991 / 27.08.2008 ist ab dem 01.01.2009 in Kraft. Der neue Vertrag mit Berücksichtigung des neuen Stufenpumpwerks Schaan-Nendeln im Jahre 2021, der Erweiterung von der Notversorgung zur regulären Versorgung und des neuen Austauschpreises muss noch erstellt werden.

4 Wasserbereitstellung

4.1 Wassergewinnung

4.1.1 Qualitätsbeurteilung von Trinkwasser

Trinkwasser als Lebensmittel muss auf Grund der FL- Trinkwasserverordnung (TWV), LGBI. 2004 Nr. 217, auf seine chemischen, physikalischen und mikrobiologischen Eigenschaften periodisch überprüft werden. Mit dieser Verordnung ist die Richtlinie 98/83/EG des Rates vom 3. November 1998 über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch, umgesetzt worden.

Aufgrund des Zollvertragsrechtes gilt auch weiterhin die gültige Schweizer Lebensmittelgesetzgebung, insbesondere wenn dort strengere Bestimmungen gelten und wenn dort Parameter geregelt sind, die in der TWV nicht geregelt sind.

Die Wasserversorgungen sind für die Einhaltung dieser Vorschriften verantwortlich.

Eines der wichtigsten Qualitätsziele besteht darin, dass das Wasser chemisch und bakteriologisch so beschaffen ist, dass es keiner Aufbereitung bedarf (z. B. Filtration, Desinfektion mit Chlor, Enteisenung, usw.) oder nur eine einfache Aufbereitung notwendig ist z.B. UV- Entkeimung).

Damit auch in Zukunft keine zusätzlichen Aufbereitungsmassnahmen nötig werden, sind die Wasservorkommen planungsrechtlich zu sichern.

4.1.1.1 Chemische Qualitätsanforderungen

Unter **Härte** versteht man den Gehalt an Erdalkaliionen, bevorzugt von Kalzium und Magnesium. Diese Kalzium- und Magnesiumhärte ergibt, zusammen mit der meist unbedeutenden Strontium- und Bariumhärte, die **Gesamthärte** eines Wassers. Die Wasserhärte wird in der Schweiz in 6 Härtestufen eingeteilt, welche in Millimol pro Liter mmol/l oder in französischen Härtegraden fr. H° angegeben wird, und zwar wie folgt:

Gesamthärte in fr. H°	Gesamthärte in d. H°	Gesamthärte in mmol/l	Taxierung
0 bis 7	0 bis 12.6	0 bis 0.7	sehr weich
grösser 7 bis 15	12.6 bis 8.3	grösser 0.7 bis 1.5	weich
grösser 15 bis 25	8.3 bis 13.9	grösser 1.5 bis 2.5	mittelhart
grösser 25 bis 32	13.9 bis 17.8	grösser 2.5 bis 3.2	ziemlich hart
grösser 32 bis 42	17.8 bis 23.3	grösser 3.2 bis 4.2	hart

Tabelle 11 Gesamthärte Härtestufen

Deutsche Härtegrade können durch Multiplikation mit dem Faktor 1.8 in französische Härtegrade umgerechnet werden.

Unter der **Karbonathärte** (Säureverbrauch $\text{pH} = 4.3$) versteht man denjenigen Anteil dieser Erdalkalitionen, der den im Wasser vorhandenen Hydrogenkarbonat- und Karbonat-Ionen äquivalent ist. Diese Kationen und Anionen sind befähigt, bei höherer Temperatur aus dem Wasser als unlösliche Verbindungen auszufallen.

Als **Qualitätsziel** ist für Trinkwasser eine **Gesamthärte von 15-25 fr. H°** anzusehen, was einem mittelharten Trinkwasser entspricht. Ziemlich hartes (25-32 fr. H°) und hartes (32-42 fr. H°) Trinkwasser ist vom gesundheitlichen Aspekt her völlig ungefährlich. Trinkwasser unter 10 fr. H° hingegen ist, wegen möglichen Kreislaufkrankheiten, nicht erwünscht. Hartes und sehr hartes (> 42 fr. H°) Trinkwasser kann in den Wasserleitungen zu Verkalkungsschäden führen und den Verbrauch phosphatersatzhaltiger Waschmittel entscheidend erhöhen. Zu weiches Wasser wirkt wegen der fehlenden Schutzschicht korrosiv auf Wasserleitungen.

Der **Chloridgehalt** sollte **möglichst niedrig** bleiben (Qualitätsziel < 20 mg/l, Toleranzwert 200 mg/l). Chloridgehalte über 10 mg/l deuten auf zivilisatorische Einflüsse, wie z.B. Strassensalzung, hin.

Der **Nitratgehalt** sollte ebenfalls **möglichst niedrig** bleiben (Qualitätsziel < 25 mg/l, Toleranzwert 40 mg/l). Die landwirtschaftliche Düngung mit Stickstoff muss deshalb im Bereich der Wasserfassungen eingeschränkt werden.

Die **Sauerstoffsättigung** sollte in einem guten Trinkwasser **60 – 100 %** erreichen. Sauerstoffarmes Wasser verursacht Korrosion in den Leitungen. Zudem kann es Eisen, Mangan, Nitrit und Ammonium enthalten, während sauerstoffreiches Wasser normalerweise frei von diesen Stoffen ist.

Im Wasser nicht enthalten sein dürfen **chlorierte Kohlenwasserstoffe (CKW), polychlorierte Biphenylen (PCB) und Pestizide aller Art**, sowie giftige Schwermetalle (z.B. **Quecksilber** und **Cadmium**). Die Qualitätsskala muss bei diesen Stoffen schon bei Spuren angelegt werden (an der Nachweisgrenze).

4.1.1.2 Bakteriologische Qualitätsanforderungen

Die einzuhaltenden Grenz- und Toleranzwerte sowie die Qualitätsziele gemäss der Trinkwasserverordnung, sowie der schweizerischen Lebensmittelgesetzgebung sind aus nachfolgender Tabelle ersichtlich.

Aufgrund des Zollvertrages ist neben der FL- Trinkwasserverordnung auch die schweizerische Lebensmittelgesetzgebung massgebend. D.h. falls kein FL- Wert aufgeführt und falls die CH- Werte strenger sind, gelten die CH- Werte.

Bakteriologische Qualitätsanforderungen

Mikrobiologische Parameter	Einheit	FL-TWV 811.012.0 LGBl. 2004 Nr. 217 Stand 1.10.2018 Parameterwert	CH- TBDV 817.022.11 Stand 1.05.2018 Höchstwert
Aerobe mesophile Keime (30° C) An der Fassung (unbehandelt)	Anzahl KBE		100/ml
Aerobe mesophile Keime (30° C) Nach der Behandlung	Anzahl KBE		20/ml
Aerobe mesophile Keime (30° C) Im Verteilnetz	Anzahl KBE		300/ml
Koloniezahl bei 22° C Nach der Behandlung	Anzahl KBE	20/ml	
Koloniezahl bei 22° C Im Verteilnetz	Anzahl KBE	300/ml	
Escherichia coli	Anzahl	0/100ml	0/100ml
Enterokokken	Anzahl	0/100ml	0/100ml
Coliforme Bakterien	Anzahl	0 (10)/100ml	
Clostridium perfringens	Anzahl	0/100ml -	

Tabelle 12 Bakteriologische Qualitätsanforderungen

4.1.1.3 Wasseranalysen

Das geförderte Grundwasser, die Quelleinspeisungen und das Netzwassers werden regelmässig bakteriologisch und chemisch untersucht. Die Probenahmen erfolgen gemäss einem Untersuchungsprogramm, welches die Wasserwerke in Zusammenarbeit mit dem Amt für Lebensmittelkontrolle erarbeitet haben. Seit Anfang 2021 erfolgt die Probenahme nach einem neuen Programm welches gemäss der "Risikobewertungsbasierte Anpassung der Probenahmeplanung" (RAP) erarbeitet wurde. Die Dokumente sind in den Qualitätssicherungssystemen der Wasserversorgungen abgelegt.

In der Regel sind die Proben von einwandfreier Qualität. Vereinzelt kann es zu geringfügigen Beanstandungen kommen. Da in der Vergangenheit vermehrt bakteriologische Probleme aufgetreten waren, wird das genutzte Quellwasser seit einigen Jahren mit UV- Desinfektionsanlagen entkeimt und ist somit einwandfrei.

Detaillierte Werte der letzten Jahre können dem Anhang entnommen werden. Weitere Werte können den Jahresberichten der GWO zur bakteriologischen und chemischen Wasserqualität des Quell-, Grundwassers und Netzwassers entnommen werden.

4.1.1.4 Mischbarkeit von Wasser

In den Jahren 2013 bis 2015 wurden umfangreiche Untersuchungen des Liechtensteiner Trinkwassers durchgeführt. Dabei wurden u.a. folgende Punkte abgeklärt:

- Können die Trinkwässer mit gleichmässiger Beschaffenheit eingestuft werden oder handelt es sich um Wasser mit unterschiedlicher Beschaffenheit.
- Untersuchungen des Kalk-Kohlensäure-Gleichgewichts der einzelnen Wässer. Dabei wird bewertet, ob das Wasser kalkaggressiv oder zur Kalkablagerung neigt. Bewertet wurde das Quellwasser, das Grundwasser und das (gemischte) Netzwasser. Die theoretisch möglichen Mischwässer wurden nicht untersucht.
- Abschätzung der Calcitlösekapazität, falls zwei unterschiedliche Wässer mit verschiedenen Mischverhältnissen gemischt werden.

Aufgrund der durchgeführten Abklärungen der Eigenschaften des Wassers bezüglich der Mischbarkeit kann davon ausgegangen werden, dass das Wasser innerhalb der Wasserversorgungen in Liechtenstein ausgetauscht und gemischt werden kann, ohne dass das Wasser kalkaggressiv oder korrosiv auf Metallleitungen wird. Die negativen Auswirkungen können aufgrund der getroffenen Untersuchungen jedoch nicht gänzlich ausgeschlossen werden. Die Mischung des Quellwassers Malbun mit dem Grundwasser aus Vaduz wird als unkritisch eingestuft.

Falls Rostwasser im Netz auftritt, wird empfohlen, das Mischwasser an den kritischen Stellen auf korrosionschemischen Parameter untersuchen und konkret abklären zu lassen.

4.1.2 Quellen

4.1.2.1 Vorhandene Quellgebiete

Quellgebiet	Nutzungsart	Grundeigentümer / Bemerkungen
Schneeflucht Malbun	Genutzt	Alpgenossenschaft Vaduz; Baurecht der Gemeinde Vaduz; Energetische Nutzung.
Gaflei	Ausser Betrieb	Gemeinde Vaduz; Quellrecht zugunsten der Gemeinde Triesenberg seit 2016.
Aslamager	Genutzt	Für Alpbetrieb. Überwasser wird in Reservoir Schneeflucht abgeleitet.
Trösle	Genutzt	Nur für Alpbetrieb.
Quadretschaquellen	Nicht genutzt	Hohe Wasserhärte, nicht SVGW-konforme Fassungsanlagen, fehlende Schutzzonenausscheidung
Mühleholzrüfequellen	Nicht genutzt	Hohe Sulfat- und Gesamthärte, nicht SVGW-konforme Fassungsanlagen, Konflikte mit anderen Nutzungsinteressen; Nutzungsrechte im Umfang von 17 l/s reserviert.

Tabelle 13 Vorkommen und Ergiebigkeit des Quellwassers

Das **Quellgebiet Schneeflucht Malbun** ist zusammen mit dem Überwasser der Aslamagerquellen zwischenzeitlich das einzige, für die Trinkwasserversorgung genutzte Vorkommen der Gemeinde Vaduz (sh. Kap. 4.1.2.2).

Die **Quellwasservorkommen im Gebiet Gaflei** versorgten bis 2016 die Gebiete Gaflei und Uf Berg. Die Anlagen wurden an die Gemeinde Triesenberg abgegeben. Das Alp- und Feriengebiet Gaflei, inkl. Klinik Gaflei wird neu gemäss Vertrag von 2016 durch die Gemeinde Triesenberg versorgt.

Die Quellen **Aslamager** und **Trösle** im Gebiet Malbun werden für die Alpwirtschaft genutzt. Bei einer Wasserknappheit sollte die potentielle Wassernutzung für die Trinkwasserversorgung geprüft werden.

Die **Quadretschaquellen** wurden 1909 gefasst und waren bis zur Zuleitung der Malbuner Quellen 1930/31 die Hauptquellen der Gemeindewasserversorgung. Die Ergiebigkeit dieser Quellen liegt normalerweise zwischen 6.0 – 8.5 l/s. Wegen ihres Chemismus wurden die Quellen 1984 vom öffentlichen Wasserversorgungsnetz abgetrennt. Um eine geordnete Fassung und Ableitung der Wässer zu gewährleisten, wurden die Fassungs- und Rohranlagen in den 80-iger Jahren aber dennoch saniert. Der Unterhalt der Anlagen wurde aber vernachlässigt, was dazu führte, dass zunehmend unkontrollierte Wasser- austritte ober- und unterhalb der Schlossstrasse aufgetreten sind. Dies veranlasste die Gemeinde, 2021/22 erneute Sanierungsmassnahmen umzusetzen. Die anfallenden Quellwässer werden in den Alta-Bach abgeleitet.

Bei den Wasservorkommen der **Mühleholzrüfequellen** handelt es sich um Felsgrundwasser, das als Stauquellen auf einer Höhe von 815 – 825 mü.M. in den drei Armen der Mühleholzrüfe, namentlich der Rappenstein Rüfe, der Mittleren Rüfe sowie der Gafleier Rüfe austritt. Die Fassungsanlagen wurden 1920 für die Stromgewinnung der Fabrikanlage Jenny, Spörry & Cie gebaut. Die Schüttung der Quellen erweist sich als äusserst gleichmässig, sie beträgt im Jahresmittel ca. 130 l/s und schwankt im Jahresgang zwischen 115 und 150 l/s. Die Herkunft des Wassers aus gipsführenden Gesteinen der Raibler-Formation ist für die sehr hohen Sulfatgehalte und Wasserhärten verantwortlich. Wohlwissend, dass aufgrund der Gewässerchemie und des Zustandes der Fassungs- und Rohranlagen eine weitergehende Wasseraufbereitung und ein aufwendiger Ausbau des Leitungsnetzes und der Fassungsanlagen erforderlich wären, hat die Gemeinde Vaduz mit Schreiben vom 31.08.1994 bei der Regierung ihr Interesse am Wasser der Mühleholzquellen für einen Ausbau der künftigen Gemeindewasserversorgung deponiert und ein Bezugsrecht im Umfang von 17 l/s reserviert.

4.1.2.2 Quellen Schneeflucht Malbun

Im Versorgungsgebiet der Gemeinde Vaduz werden zurzeit nur die Schneefluchtquellen in Malbun für die Trinkwasserversorgung genutzt. Die Anfänge der Quellwassernutzung durch die Gemeinde Vaduz gehen in die Jahre 1930/31 zurück.

Da die Fassungsqualität zeitweise unbefriedigend war und die Quellableitung nach Vaduz nur eine begrenzte Ableitung ermöglichte, erfolgten in den 80- er und 90-er Jahren umfangreiche Quellsanierungen einhergehend mit diversen baulichen und planerischen Schutzmassnahmen (Quellschutzzonierung), dem Neubau der Quellableitung nach Vaduz, dem Neubau des Reservoirs Schneeflucht, Malbun und des Reservoirs Schlosswald, Vaduz sowie dem Bau eines Trinkwasserkraftwerkes beim Reservoir Schlosswald zur energetischen Nutzung des Quellwassers.

Die Fassungsanlagen liegen auf Vaduzer Hoheitsgebiet, Grundstückseigentümerin ist die Alpgenossenschaft Vaduz. Beim Quellwasservorkommen handelt es sich um den Grundwasserabfluss eines grossen Schuttkegels, der seinen Ursprung in den Gebieten ‚Schlucher‘ und ‚Fluetola‘ hat. Mit ihrem Wasservorkommen von ca. 1.35 Mio m³/Jahr resp. einer mittleren Schüttung von 2'600 l/min haben die Malbuner Wasservorkommen anfangs für die Gemeinde Vaduz und zwischenzeitlich für die Trinkwasserversorgung Liechtensteins eine sehr wichtige Bedeutung.

Derzeit wird die Erweiterung der Quellnutzung durch zusätzliche Quellen untersucht.

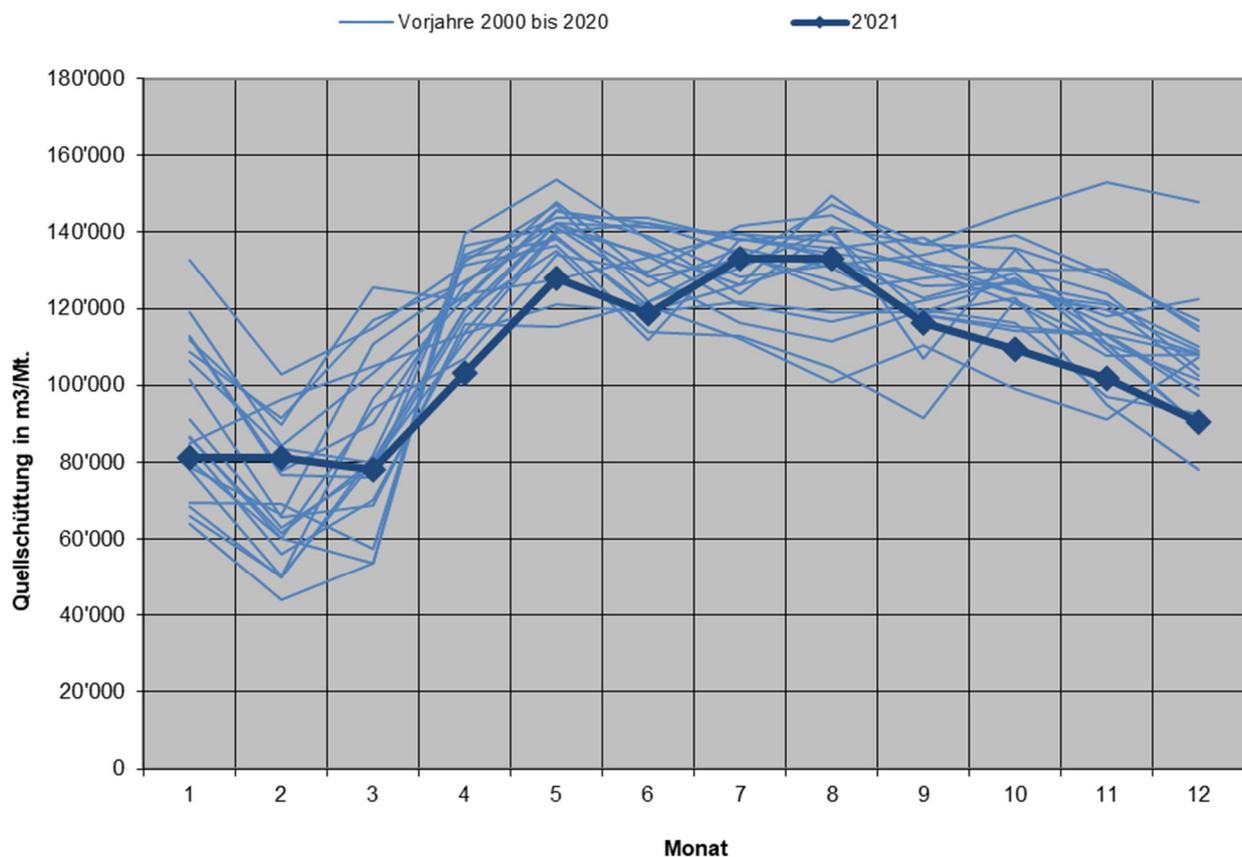


Tabelle 14 Ergiebigkeit Schneefluchtquellen Malbun

Mit dem erwähnten Neubau der Quellaufleitung und der Reservoirs konnte die Ableitmenge von Malbun nach Vaduz von seinerzeit 1'800 l/min auf 4'200 l/min erhöht werden. Zudem erfolgt zwischenzeitlich eine energetische Quellwassernutzung im Reservoir Schlosswald durch die LKW. Mit der Bruttofallhöhe zwischen Reservoir Schneeflucht (1454 mü.M.) und dem Reservoir Schlosswald (644 mü.M.) von 810 m können pro Kubikmeter Wasser ca. 1.5 kWh Strom gewonnen werden.

Bei der derzeit abgeleiteten Jahreswassermenge von 1.35 Mio m³ Wasser resultieren ca. 2 Mio kWh Strom pro Jahr. Die Druckleitung würde über weitergehende Ableitkapazitäten verfügen, d.h. eine erhöhte Wasserausleitung ins Rheintal wäre aus technischer Sicht möglich. Das Recht zur Wassernutzung resp. zur Ableitung von Wasser aus dem Einzugsgebiet des Samina- / Malbuntales ist gemäss LKW-Gesetz (LGBI. 2009/335) grundsätzlich den LKW vorbehalten. Der Art. 19 des LKW-Gesetzes bewilligt aber die Entnahme von Trinkwasser im bisherigen Umfang. Überdies wird im Gesetz festgehalten, dass die Regierung mit Zustimmung des Landtages den Gemeinden eine erhöhte Ableitung von Trinkwasser aus dem LKW-Konzessionsgebiet bewilligen kann, sofern der Bedarf und das öffentliche Interesse nachgewiesen werden kann.

Nachfolgende Tabelle gibt einen Überblick über den mittleren Quellertrag, ausgewertet als mittleres Monats-Minimum, -Mittel und -Maximum.

Genutztes Quellwasserangebot

Quellgebiet	Quellschüttung in l/s			UV- Entkeimung Nennleistung [l/s]
	Min [l/s]	Mittel [l/s]	Max [l/s]	
Schneeflucht	19.0	42.7	70.0	76.7
Total Vaduz	19.0	42.7	70.0	76.7

Quellgebiet	Quellschüttung in m ³ /d			Mittlerer Jahresertrag [m ³ /a]
	Min [m ³ /d]	Mittel [m ³ /d]	Max [m ³ /d]	
Schneeflucht	1'700	3'700	6'000	1'350'000
Total Vaduz	1'700	3'700	6'000	1'350'000

Tabelle 15 Genutztes Quellwasserangebot

In der Tabelle sind nur die nutzbaren Quellwassermengen aufgeführt.

Für die Quellgruppe Schneeflucht wurden Schutzzonen ausgeschieden (siehe Kap.8)

Trotz Schutzzonenausscheidung wird das Quellwasser mittels UV- Entkeimungsanlagen beim Reservoirausgang vorsorglich entkeimt. Die UV- Anlagen sind auf eine Nennleistung beschränkt, reichen jedoch aus, um die maximale Wassermenge, welche nach Vaduz geleitet werden, zu entkeimen.

Zu erwähnen gilt es zudem, dass es bei extremen Niederschlagsereignissen einige Quellen, infolge Trübung in den Verwurf geleitet werden, sodass ein bis zwei Tage nur wenig Quellwasser genutzt werden kann.

4.1.3 Grundwasser

4.1.3.1 Grundwasseruntersuchungen

Die Grundwasserverhältnisse im Liechtensteiner Rheintal werden seit 1965 systematisch untersucht. Die EAWAG leitete das Untersuchungsprogramm, welches ca. 60 Bohrungen, alle 20 - 30 m tief, umfasste.

Parallel zu den Beobachtungsstellen im Grundwasser wurden Beobachtungspegel am Rhein, am Binnenkanal und an verschiedenen kleineren Talfließgewässern eingerichtet, um die Beziehung zwischen dem Fließgewässersystem und dem Grundwasser beobachten zu können.

Dieses Untersuchungsprogramm wurde 1977-1980 durch zehn Tiefbohrungen von 100 - 150 m Tiefe und 1982 durch eine bis 600 m unters Terrain reichende Tiefbohrung in Balzers ergänzt.

Bei den Grundwasserpumpwerken des Landes finden vierteljährlich chemische und bakteriologische Wasseruntersuchungen statt. Seit 2006 wird das Trinkwasser nach einem neuen Untersuchungsprogramm gemäss der FL- Trinkwasserverordnung (LGBl. 2004 Nr. 217) untersucht. Seit 2021 wird das Trinkwasser nach einem neuen Untersuchungsprogramm gemäss "RAP" (Risikobewertungsbasierte Anpassung der Probenahmeplanung) gemäss der aktualisierten Trinkwasserverordnung untersucht.

4.1.3.2 Vorkommen und Ergiebigkeit des Grundwassers

Das Grundwassergebiet entspricht der Ebene zwischen dem Rhein und den Berghängen. Die Speisung erfolgt auf drei Arten:

- Natürliche Infiltration von Rheinwasser (Infiltrationsgrundwasser)
- Unterirdischer Zufluss von Hangwasser (Berginfiltrationsgrundwasser)
- Versickern von Niederschlägen ("Echte Grundwasserneubildung")

Aus der hydrogeologischen Karte des Landes, welche mit der Bearbeitung des GWP der GWO im Jahre 1989 erstellt und im Jahre 2012 aktualisiert wurde, ist ersichtlich, dass grosse Teile der Lockergesteinszone des Oberlandes eine grosse Ergiebigkeit aufweisen.

Untenstehende Tabelle gibt einen Überblick über die vorhandenen öffentlichen Grundwasserpumpwerke in Vaduz und über die maximal möglichen Förderleistungen. Dabei wurde gemäss der SVGW- Empfehlung W1005 davon ausgegangen, dass die Grundwasserpumpen im Normalverbrauchstag 10 Stunden pro Tag (Strom- Niedertarifzeit) und im Höchstverbrauchstag maximal 20 Stunden pro Tag und 350 Tage pro Jahr (Dauerbetrieb) betrieben werden.

In Summe weisen die Pumpwerke für Vaduz zurzeit Leistungsreserven aus. Ein erhöhter Wasserbedarf kann also mit den bestehenden Grundwasserpumpwerken ausgeglichen werden. Unter Berücksichtigung des erhöhten Wasserbedarf der Gemeinde Schaan sind Fehlmengen vorhanden, welche durch ein neues Grundwasserpumpwerk abgedeckt werden müssen. Der Ausfall eines Pumpwerks kann durch die Pumpwerke in den Partnergemeinden der GWO kompensiert werden.

Der Stand der Ausscheidung der Schutzzonen ist aus Kap. 8 ersichtlich.

Öffentliche Grundwasserpumpwerke

Pumpwerk	Anzahl Pumpen [-]	(*5) [l/s]	Förderleistung NVT		Max. Förderleistung HVT	
			(*6) [l/s]	(*1) [m ³ /d]	(*6) [l/s]	(*2) [m ³ /d]
PW Neugut	1	45	45	1'600	45	3'200
PW Wiesen (50%)	2 + (1)	50	50	1'800	50	3'600
Total Vaduz Bestand		95	95	3'400	95	6'800

(X) Anzahl Reservepumpen

(*1) 10 Std. Betrieb des Pumpwerks (Niedertarifzeit für Normalverbrauchstag)

(*2) 20 Std. Betrieb des Pumpwerks (für Höchstverbrauchstag)

(*5) Leistung einer Pumpe im Einzelbetrieb

(*6) Leistung der Pumpen im Parallelbetrieb

Tabelle 16 Förderleistung öffentliche Grundwasserpumpwerke

Das Grundwasserpumpwerk Wiesen ist gemeinsam mit Vaduz erstellt worden. Rechnerisch sind deshalb nur 50% der Förderleistung eingesetzt worden.

Die Förderleistung der Pumpe im PW Neugut ist im Jahre 2016 von 30 l/s auf 45 l/s erhöht worden.

Damit ist die maximale Nutzung aus der rechtskräftigen Schutzzone ausgeschöpft.

4.1.3.3 Beschaffenheit des Grundwassers

Über die Beschaffenheit der Liechtensteiner Grundwässer gibt die hydrogeologische-hydrochemische Karte in groben Zügen Auskunft.

Die Zone niedriger bis mittlerer Gesamthärte (< 25 fr. H°) entlang dem Rhein wird durch Rheinfiltrations-Grundwasser gebildet. Von der Talflanke her dringt härteres Grundwasser (>25 fr. H°) in den Grundwasserträger der Talebene ein.

In den letzten Jahren konnte das harte Hangwasser infolge Absenkung der Rheinsohle vermehrt ins Rheinfiltrations-Grundwasser eindringen, was zu dessen Aufhärtung führte. In Rietgebieten weist das Wasser neben einer sehr hohen Härte auch reduzierende Eigenschaften auf. Reduzierende Wasser haben ein Sauerstoffdefizit. Sie sind evtl. eisen-, mangan-, nitrit- und ammoniumhaltig und eignen sich deshalb nicht für eine direkte Nutzung. Vaduz ist von den reduzierenden Grundwasserträger nicht betroffen.

Gesamthaft gesehen darf der chemische und bakteriologische Zustand des genutzten Grundwassers als gut bis sehr gut bezeichnet werden. Das von den bestehenden Grundwasserpumpwerken geförderte Wasser eignet sich ohne Aufbereitung gut für eine Trinkwassernutzung.

Angaben zur Wasserqualität finden sich im Anhang.

4.1.4 Zusammenfassung des Wasserangebots

Die Wassergewinnung erfolgt durch Quellwasser und Grundwasser. In erster Priorität wird das eigene Quellwasser genutzt. Falls das gesamte Quellwasser nicht ausreicht, wird Grundwasser vom Pumpwerk Neugut gepumpt oder vom gemeinsamen Pumpwerk Wiesen in Schaan bezogen. Die Aufteilung der Wassergewinnung nach Quell- und Grundwasser, sowie der Bezug von Schaan und den anderen GWO Gemeinden, sind aus nachfolgendem Diagramm ersichtlich.

Wassergewinnung von 1998 bis 2020 in m³ pro Jahr

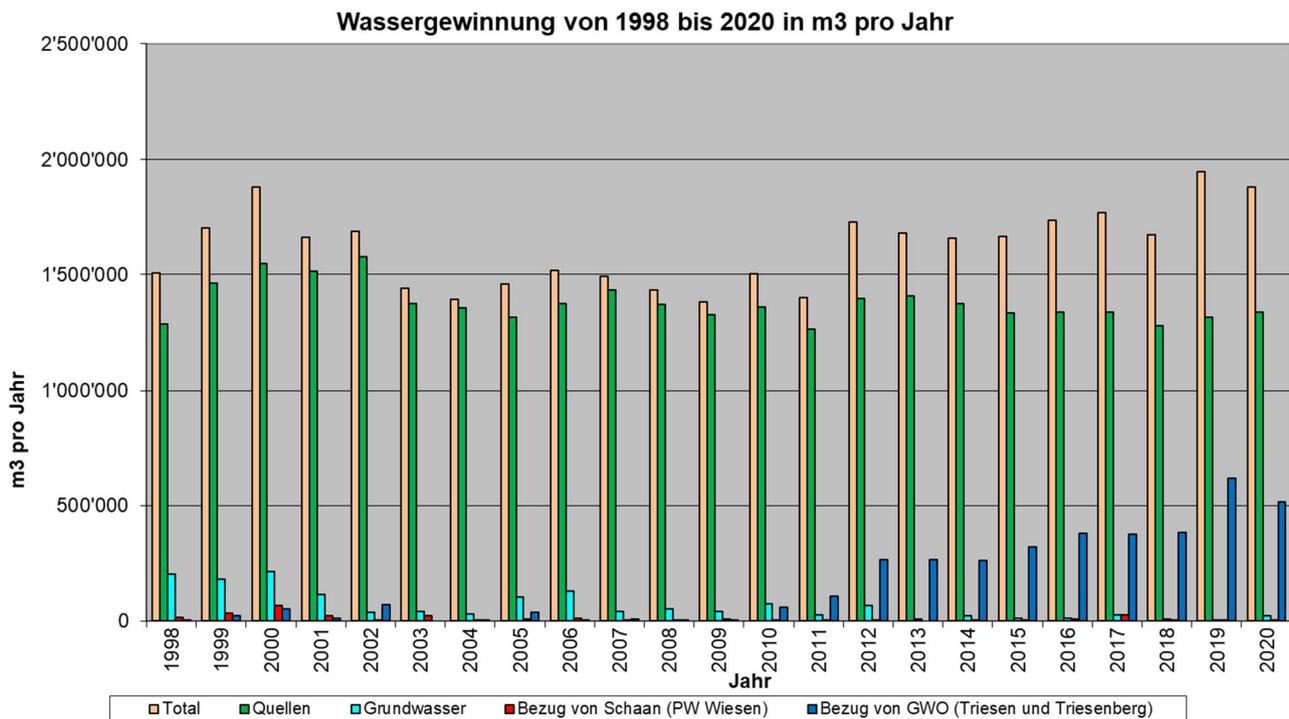


Abbildung 4 Wassergewinnung von 1998 bis 2020

Wassergewinnung Vaduz – Bestand

Förderart	Gewinnung			
	2010 [m ³ /a]	2015 [m ³ /a]	2019 [m ³ /a]	2020 [m ³ /a]
Quellen	1'360'000	1'336'000	1'315'000	1'338'000
Grundwasser-PW (*1)	82'000	13'000	10'000	29'000
Summe	1'442'000	1'349'000	1'325'000	1'367'000
Anteil Quellwasser	94%	99%	99%	98%
Bezug von GWO (*2)	60'000	120'000	419'000	304'000
Summe (inkl. GWO)	1'502'000	1'469'000	1'744'000	1'671'000
Anteil GWO	4%	8%	24%	18%

(*1) Inkl. Grundwasser vom gemeinsamen Grundwasserpumpwerk Wiesen in Schaan

(*2) Bezug von Triesenberg abzüglich Beschneigung plus resultierende Wassermenge von Triesen

Tabelle 17 Wassergewinnung Vaduz - Bestand

Aktuelles Wasserangebot Vaduz

Förderart	Wasserangebot	
	NVT mittlerer Quellertrag Pumpen im Niedertarif (10 Std./d) [m ³ /d]	HVT minimaler Quellertrag Pumpen im Hochtarif (20 Std./d) [m ³ /d]
Quellen	3'700	1'700
Grundwasser-PW	3'400	6'800
Summe	7'100	8'500
Anteil Quellwasser	52%	20%

Tabelle 18 Wasserangebot - Quellen und Grundwasser

4.2 Wasserbilanzen und Fehlmengen

4.2.1 Übersicht über die Ausbaugrößen und Fehlmengen

Eine Gegenüberstellung des derzeitigen Wasserbedarf und der Wassergewinnung zeigt den Wasserüberschuss bzw. die Wasserfehlmengen auf.

In den Kapiteln 2.3 und 3 sind die Prognosen für die zukünftige Entwicklung der Bevölkerung und des Wasserbedarfs dargelegt worden. Die daraus resultierenden Ausbaugrößen für die Planungsziele Z1 = 2030 und Z2 = 2050 sind in im Anhang in Form einer tabellarischen Übersicht dargestellt. Als Vergleichszahlen sind die aktuellen Werte des Jahres 2020 danebengestellt worden.

Dabei handelt es sich ausnahmslos um sogenannte „**Tagesverbrauchswerte**“, entweder absolut in **m³ pro Tag**, oder aber einwohnerspezifisch in **l/E*Tag**. Dabei wird unterschieden zwischen

Normalverbrauchstag	=	NVT
Höchstverbrauchstag	=	HVT

Die Zahlen des totalen Wasserbedarfs sowie der Fehlmengen sind nachfolgend zusammengefasst. Nebst den Ausbaugrößen für die Planungsziele Z1 = 2030 und Z2 = 2050, sind die aktuellen Wert des Jahres 2020 angefügt.

4.2.2 Wasserbilanzen Vaduz

Die Bilanz für Vaduz, ohne Berücksichtigung des Wasserbezugs und der Wasserabgabe an die GWO-Partnergemeinden ist nachfolgend dargestellt.

Wasserbilanz Vaduz im Betriebszustand "Normalbetrieb"

Bezug / Angebot		2020 [m3/d]	(Z1) 2030 [m3/d]	(Z2) 2050 [m3/d]
Einwohner		5'700	6'150	7'080
Spezifischer Verbrauch [l/E*d]	NVT	409	500	520
Bedarf Bevölkerung inkl. Netzverluste	NVT	2'330	3'100	3'700
Bedarf Industrie u. Gewerbe	NVT	0	400	600
Bedarf Vaduz Gesamt	NVT	2'300	3'500	4'300
Mittlere Quellschüttung		3'700	3'700	3'700
Grundwasser GWP 10 Std./Tag		3'400	3'400	3'400
Wasserangebot am NVT	NVT	7'100	7'100	7'100
Mittlerer Wasserüberschuss	NVT	4'800	3'600	2'800
Mittlere Fehlmenge	NVT	-	-	-

Tabelle 19 Wasserbilanz im Betriebszustand "Normalbetrieb"

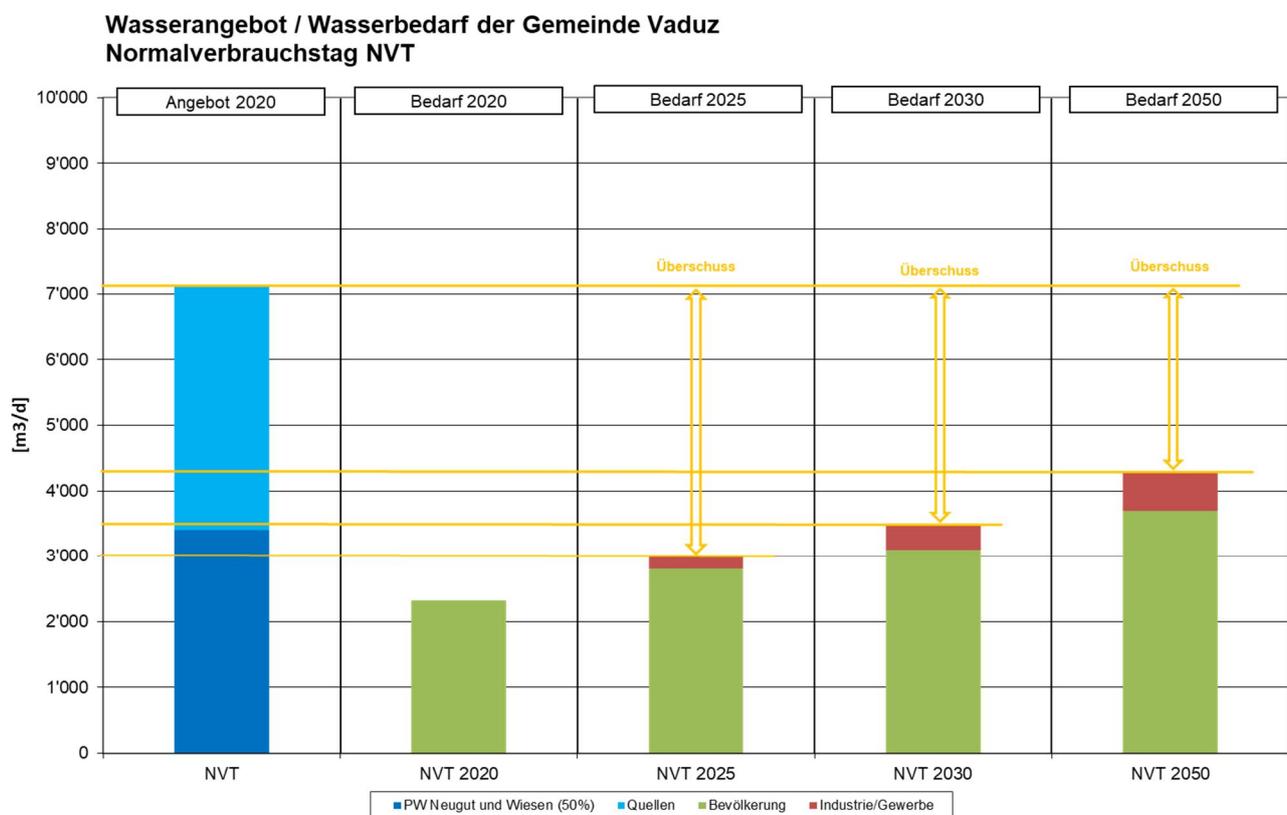


Abbildung 5 Wasserbilanz Vaduz am Normalverbrauchstag NVT

Wasserbilanz Vaduz im Betriebszustand "Höchstverbrauch"

Bezug / Angebot		2020 [m3/d]	(Z1) 2030 [m3/d]	(Z2) 2050 [m3/d]
Einwohner		5'700	6'150	7'080
Spezifischer Verbrauch [l/E*d]	HVT	810	910	930
Bedarf Bevölkerung inkl. Netzverluste	HVT	4'600	5'600	6'600
Bedarf Industrie u. Gewerbe	HVT	0	600	900
Bedarf Vaduz Gesamt	HVT	4'600	6'200	7'500
Mittlere Quellschüttung		1'700	1'700	1'700
Grundwasser GWP 10 Std./Tag		6'800	6'800	6'800
Wasserangebot am HVT	HVT	8'500	8'500	8'500
Mittlerer Wasserüberschuss	HVT	3'900	2'300	1'000
Mittlere Fehlmenge	HVT	-	-	-

Tabelle 20 Wasserbilanz im Betriebszustand "Höchstverbrauch"

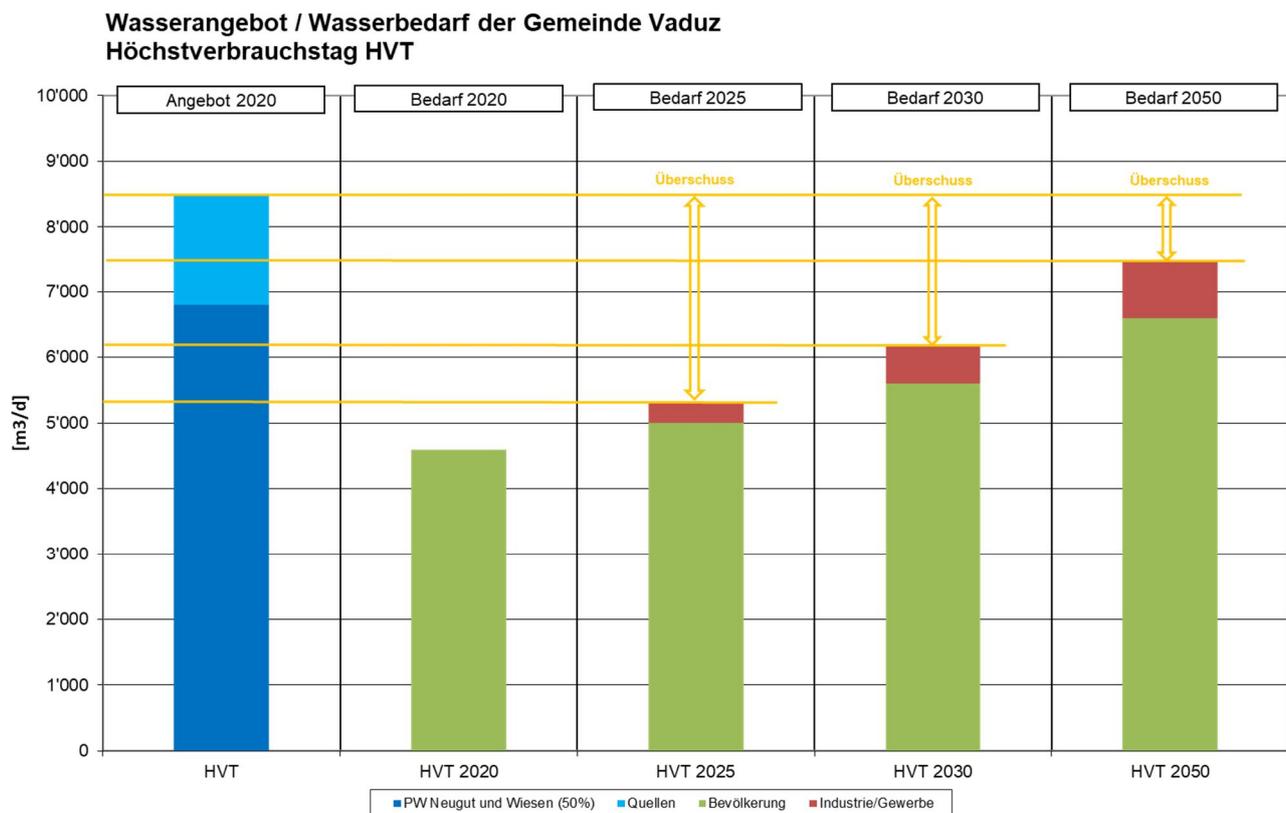


Abbildung 6 Wasserbilanz Vaduz am Höchstverbrauchstag HVT

Die Wasserbilanz am Normalverbrauchstag und ohne Wasserabgabe an Schaan ist heute und in den Planungszielen Z1 (2030) und Z2 (2050) ausreichend.

Die Wasserbilanz am Höchstverbrauchstag und ohne Wasserabgabe an Schaan ist heute und in den Planungszielen Z1 (2030) und Z2 (2050) ausreichend.

Vaduz gibt überschüssiges Quellwasser an Schaan ab. Die abgegebene Wassermenge beträgt im Mittel der letzten drei Jahre ca. 2'000 m³ pro Tag. Damit muss weniger Grundwasser gefördert werden und es kann Pumpenergie eingespart werden. Die übergeordnete Idee der GWO ist es ja, das vorhandene Quellwasser möglichst optimal zu nutzen und zu verteilen, bevor Grundwasser gefördert werden muss.

4.2.3 Wasserbilanzen Vaduz und Schaan zusammen

Die Gemeinde Schaan benötigt in den nächsten Jahren für die Industriebetriebe und für die angedachte Abgabe an die WLU wesentlich grössere Wassermengen. Unter Berücksichtigung des Ausbaukonzeptes der Wasserversorgungen Schaan-Vaduz sind diese Wassermengen auch im GWP Vaduz berücksichtigt worden.

Die gemeinsame Bilanz für Vaduz und Schaan ist nachfolgend dargestellt.

Wasserbilanz Vaduz und Schaan im Betriebszustand "Normalbetrieb"

Bezug / Angebot		2020 [m3/d]	(Z1) 2030 [m3/d]	(Z2) 2050 [m3/d]
Bedarf Bevölkerung inkl. Netzverluste	NVT	5'000	6'800	8'200
Bedarf Industrie u. Gewerbe	NVT	700	1'400	1'800
Bedarf Hilcona Schaan	NVT	600	6'000	6'000
Bedarf WLU	NVT	1'700	2'500	3'500
Bedarf Vaduz und Schaan Gesamt	NVT	8'000	16'700	19'500
Mittlere Quellschüttung		4'050	4'050	4'050
Grundwasser GWP 10 Std./Tag		8'050	8'050	8'050
Wasserangebot am NVT	NVT	12'100	12'100	12'100
Mittlerer Wasserüberschuss	NVT	4'100	-	-
Mittlere Fehlmenge	NVT	-	4'600	7'400

Tabelle 21 Wasserbilanz Vaduz und Schaan im Betriebszustand "Normalbetrieb"

Wasserangebot / Wasserbedarf der Gemeinde Schaan + Vaduz Normalverbrauchstag NVT

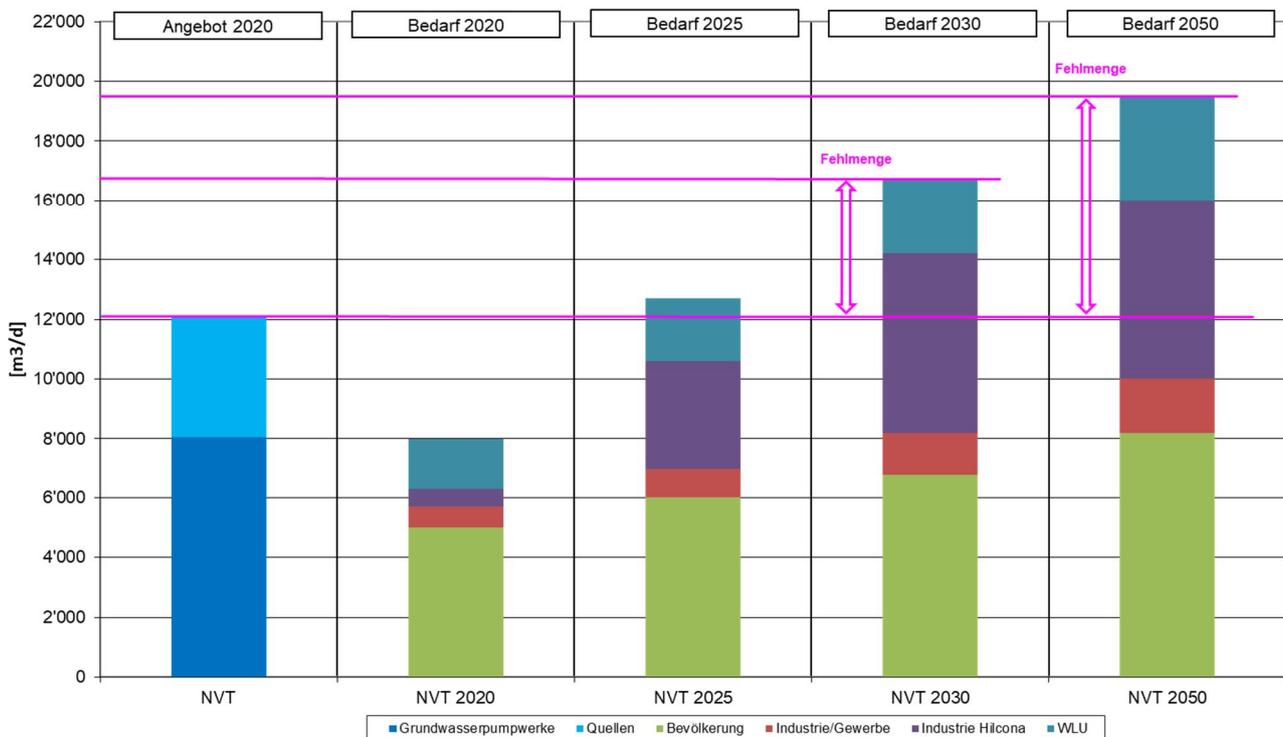


Abbildung 7 Wasserbilanz Vaduz und Schaan am Normalverbrauchstag NVT

Wasserbilanz Vaduz und Schaan im Betriebszustand "Höchstverbrauch"

Bezug / Angebot		2020 [m3/d]	(Z1) 2030 [m3/d]	(Z2) 2050 [m3/d]
Bedarf Bevölkerung inkl. Netzverluste	HVT	9'800	12'200	14'700
Bedarf Industrie u. Gewerbe	HVT	1'200	2'100	2'700
Bedarf Hilcona Schaan		1'400	9'000	9'000
Bedarf WLU		3'500	4'800	6'500
Bedarf Vaduz und Schaan Gesamt	HVT	15'900	28'100	32'900
Mittlere Quellschüttung		2'050	2'050	2'050
Grundwasser GWP 10 Std./Tag		16'150	16'150	16'150
Wasserangebot am HVT	HVT	18'200	18'200	18'200
Mittlerer Wasserüberschuss	HVT	2'300	-	-
Mittlere Fehlmenge	HVT	-	9'900	14'700

Tabelle 22 Wasserbilanz Vaduz und Schaan im Betriebszustand "Höchstverbrauch"

Wasserangebot / Wasserbedarf der Gemeinde Schaan + Vaduz Höchstverbrauchstag HVT

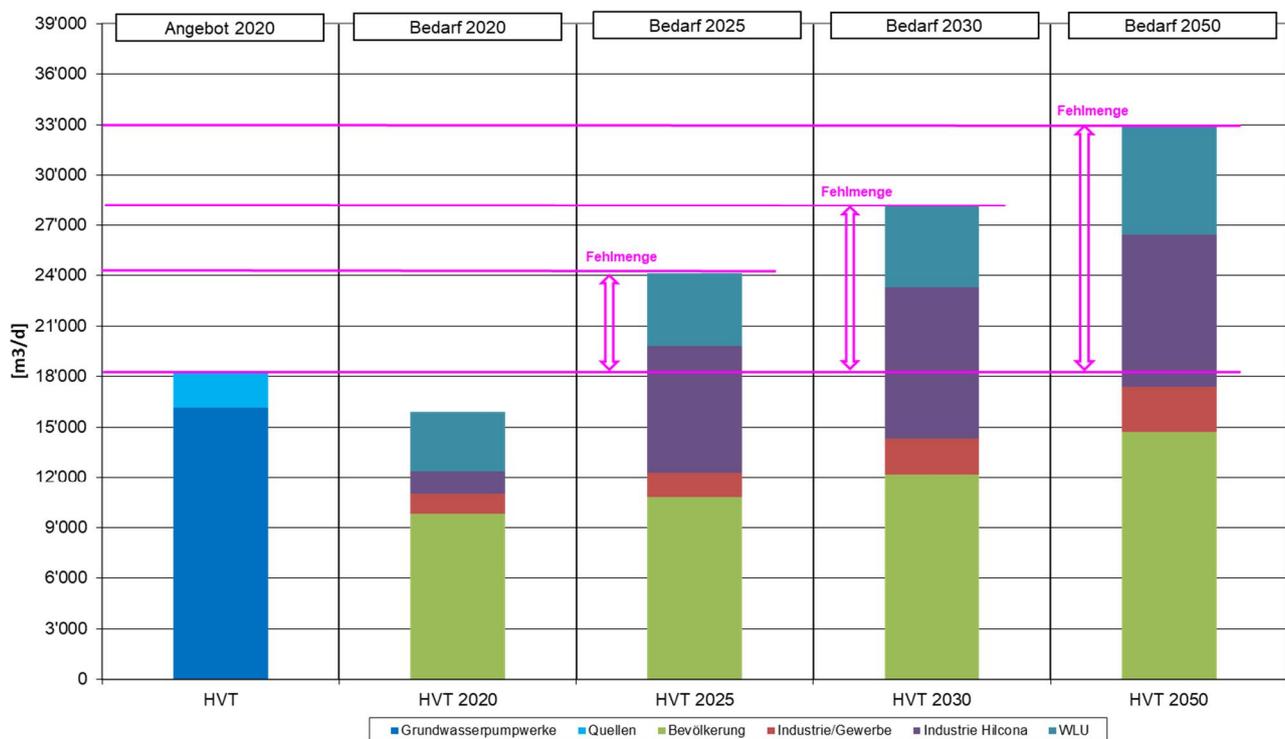


Abbildung 8 Wasserbilanz Vaduz und Schaan am Höchstverbrauchstag HVT

Durch die Abgabepflichten der Gemeinde Schaan und die angedachte Abgabe an die WLU, reicht das gemeinsame Wasserangebot aus Vaduz und Schaan nicht mehr aus die gesamte Wasserabgabe abzudecken. In den Planungszielen Z1 (2030) und Z2 (2050) sind sowohl beim Normalverbrauchstag wie auch am Höchstverbrauchstag grosse Fehlmengen zu erwarten.

Mit dem prognostizierten Wasserbedarf und den derzeit vorhanden Wassergewinnungsanlagen kommt es, unter Berücksichtigung des Wasserbedarfs der Gemeinde Schaan, bis zu den Ausbauzielen 2030 (Z1) und 2050 (Z2) zu einem Versorgungsengpass.

Mit dem Ausbaukonzept Wasserversorgung Schaan-Vaduz sind die erforderlichen Massnahmen bereits eingeleitet.

- Übergabeschacht Mühleholz (Vaduz-Schaan)
- Grundwasserpumpwerk Wiesen (Schaan-Vaduz)
- Reservoir Forst (Schaan)
- Diverse Transportleitungen

5 Bestehende Wasserversorgungsanlagen

Weitere detailliertere Angaben zu den Wasserversorgungsanlagen können dem Qualitätssicherungssystem der Wasserversorgung Vaduz entnommen werden.

5.1 Elemente der Wasserversorgung (Übersicht)

Das folgende Schema zeigt die Elemente einer Wasserversorgung:

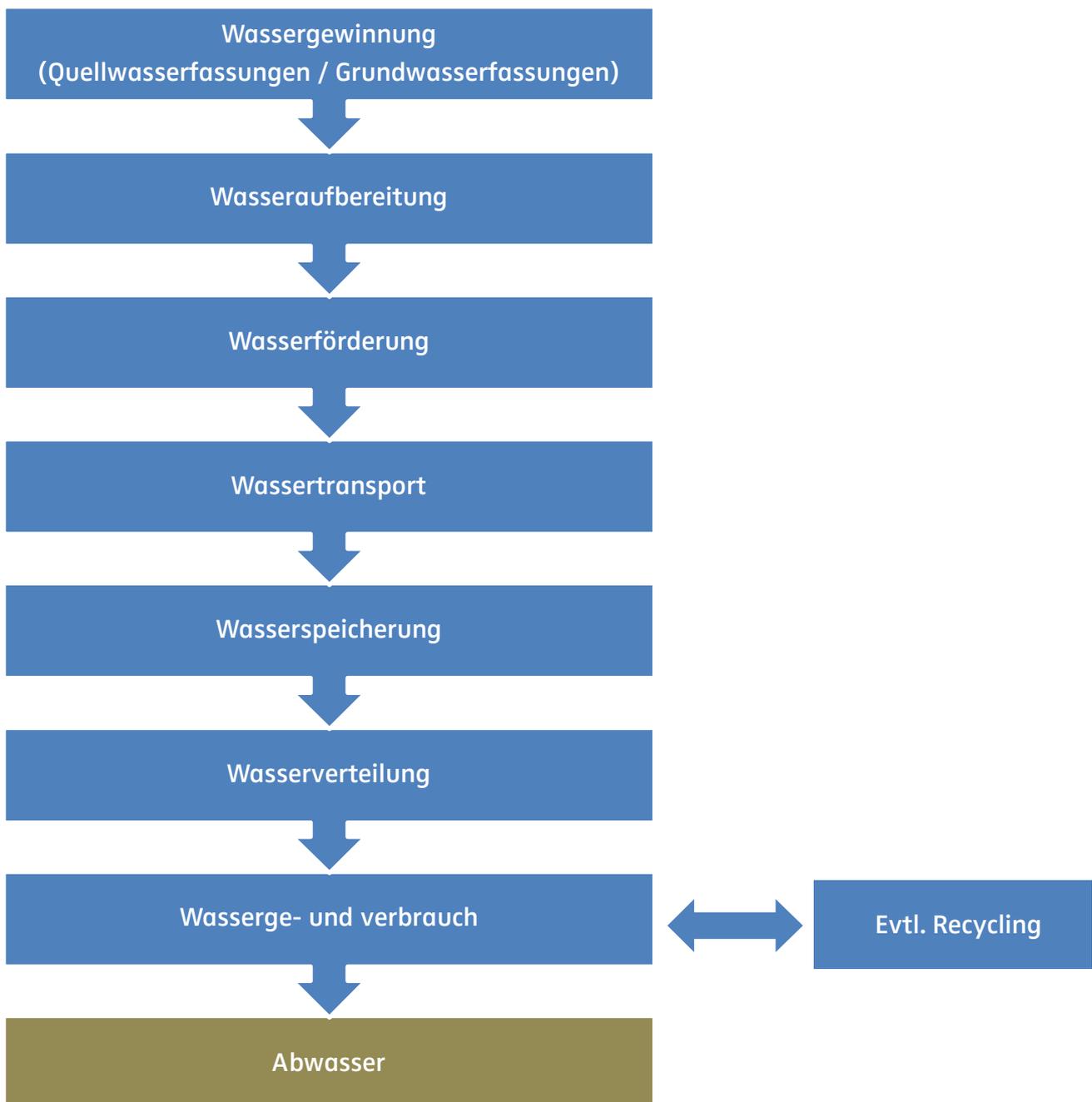


Abbildung 9 Elemente der Wasserversorgung (Übersicht)

5.2 Anlagen der Wassergewinnung

5.2.1 Quelfassungen

Die Wasserversorgung Vaduz nutzt zurzeit nur die Schneefluchtquellen in Malbun.

Die Quellen sind Lockergesteinsfassungen. Und bestehen aus sechs Quelfassungen, fünf nordseitig, eine bachseits der Malbunstrasse. Jede Quelfassung besteht aus einem Quellschacht und einem oder zwei, bis einige zehnmeterlangen Fassungssträngen in zwei bis drei Meter Tiefe. Die Fassungsanlagen wurden in den Jahren 1989 / 1990 baulich erneuert und sind in einem guten Zustand.

Die Einzelquellen sind mit Quellen-Stammkarten dokumentiert, wo Ergiebigkeits- und Temperaturmessungen eingetragen sind bzw. eingetragen werden. Diese Daten können dem Qualitätssicherungssystem der Wasserversorgung Vaduz entnommen werden.

Angaben zu den für die Wasserversorgung Vaduz nicht genutzten Quellen und weitere hydrogeologische Angaben sind aus Kap. 4 ersichtlich.

5.2.2 Grundwasserfassungen / Grundwasserpumpwerke

Die Grundwasserpumpwerke fördern in der Regel in der Nacht und füllen die Reservoirs auf und gleichen somit die Schwankungen im Tagesbedarf flexibel aus. Bei Brandfall werden die Pumpwerke eingeschaltet, damit einerseits genügend Wasser zur Verfügung steht und andererseits der Versorgungsdruck im Netz möglichst hoch gehalten werden kann.

Die Wasserförderung erfolgt derzeit in nachstehenden Grundwasserpumpwerken. Alle Pumpwerke sind Bestandteil der Verbandsanlagen der GWO.

Grundwasserpumpwerk	Pumpenleistung (l/s)	Förderleistung (l/s)	Total	Bemerkungen
Neugut	45	45		Im Normalbetrieb 30 l/s
Wiesen, Schaan	50	100		Gemeinsam mit Schaan
Total Förderleistung (l/s)	95	145		

Tabelle 23 Grundwasserfassungen / Grundwasserpumpwerke

5.2.3 Grundwasserpumpwerk Neugut

Eigentümer:	Vaduz
Baujahr:	1972
Umbau / Sanierung:	1987, 2016
Förderleistung pro Pumpe:	30 l/s im Normalbetrieb; 45 l/s bei Bedarf
Anzahl Pumpen:	1 Tauchpumpe ¹
Förderleistung:	45 l/s
Antriebsleistung:	60 kW
Mittlerer Ruhewasserspiegel:	ca. 456.00 mü.M.

Tabelle 24 Grundwasserpumpwerk Neugut

5.2.4 Grundwasserpumpwerk Wiesen, Schaan / Vaduz

Eigentümer:	Schaan / Vaduz
Baujahr:	1973
Umbau / Sanierung:	2005 Umfassende Sanierung
Förderleistung pro Pumpe:	50 l/s
Anzahl Pumpen:	3 Tauchpumpen, davon 1 Reserve
Förderleistung:	ca. 100 l/s beim Betrieb von zwei Pumpen
Antriebsleistung:	3x 90 kW
Mittlerer Ruhewasserspiegel:	ca. 446.00 mü.M.

Tabelle 25 Grundwasserpumpwerk Wiesen, Schaan / Vaduz

5.2.5 Weitere Anlagen / Notbrunnen

Notbrunnen Schwimmbad, Vaduz

Der ehemalige Notbrunnen Schwimmbad ist nicht mehr in Betrieb. Er wird auch bei der Trinkwasserversorgung in Notlagen nicht mehr berücksichtigt.

5.3 Anlagen der Wasseraufbereitung

5.3.1 Quellwasser-Desinfektionsanlagen

Das genutzte Quellwasser wird fast vollständig seit einigen Jahren mit UV-Desinfektionsanlagen entkeimt. Die Anlagen befinden sich an jenen Stellen, wo das Quellwasser in das Netz bzw. Reservoir eingespiessen wird. Es sind dies an folgenden Stellen:

Quellgebiet	Standort	Nenndurchfluss	Automatischer Verwurf
Schneeflucht Malbun	Reservoir Schneeflucht Malbun	2 Stück à je 275 m ³ /h	Ja. Alternierender Betrieb.

Tabelle 26 Quellwasser-Desinfektionsanlagen

Die Anlagen im Reservoir Schneeflucht Malbun aus den Jahren 1988 und 1991 sind im Jahre 2018 erneuert und dem aktuellen Stand der Technik angepasst worden.

Die Anlagen in Gaflei wurden im Jahre 2016 an die Gemeinde Triesenberg übergeben. Das Gebiet Gaflei wird seitdem durch die Wasserversorgung Triesenberg versorgt.

5.3.2 Grundwasser Desinfektionsanlagen

Das Grundwasser ist bakteriologisch einwandfrei. Aus dem Grundwasserträger des Talbodens kann, unter der Voraussetzung von ausreichenden Schutzmassnahmen (Umsetzung von Schutzzonen), bakteriologisch einwandfreies Trinkwasser bezogen werden. Deshalb sind zurzeit keine Entkeimungsanlagen für das Grundwasser erforderlich und vorgesehen.

Anlagen der Wasserförderung und des Transports

5.3.3 Pumpen

Die Wasserversorgung Vaduz benötigt diverse Pumpen für den Betrieb der Wasserversorgung. Die bestehenden Pumpen, gegliedert nach Funktion, sind nachfolgend aufgeführt.

5.3.3.1 Grundwasserpumpen

Zur Förderung des Grundwassers sind zurzeit sind folgende Pumpen in Betrieb. Die Bauwerke sind in Kap. 5.2 beschrieben.

Bauwerk Standort Pumpen	Anzahl Pumpen	Fördermenge	Förderung von / nach Bemerkungen
Grundwasserpumpwerk Neugut	1	30 l/s (45 l/s)	Von Grundwasser nach untere Druckzone
Grundwasserpumpwerk Wiesen, Schaan	3	50 l/s (100 l/s)	Von Grundwasser nach untere Druckzone Gemeinsam mit Schaan

Tabelle 27 Grundwasserpumpen

5.3.3.2 Stufenpumpen

Zur Förderung des Wassers in eine höhere Druckzone sind zurzeit folgende Pumpen in Betrieb.

Die Reservoirs sind in Kap. 5.5, die Übergabeschächte in Kap. 5.6 beschrieben.

Bauwerk Standort Pumpen	Anzahl Pumpen	Fördermenge	Förderung von / nach Bemerkungen
Reservoir Maree	2	15 l/s	Von Untere Druckzone nach Obere Druckzone
Stufenpumpwerk Mühleholz Übergabeschacht Lova	2 1	40 l/s (60 l/s) 25 l/s	Von Schaan nach Vaduz (Untere Druckzonen) Von Vaduz nach Triesen (Untere Druckzonen)
Reservoir Schneeflucht Malbun	1	10 l/s	Von Reservoir Schneeflucht Malbun der Gemeinde Vaduz zum Feriengebiet Malbun der Gemeinde Triesenberg (Pumpenturbine)
Reservoir Schneeflucht Malbun	1	5 l/s	Versorgung des Alpgebiets Pradamee

Tabelle 28 Stufenpumpen

5.3.4 Wassertransport

Von den Grundwasserpumpwerken und den Reservoiren gibt es diverse Zubringer- und Transportleitungen. Die Wasserleitungen sind in Kap. 5.6 beschrieben.

5.4 Anlagen der Wasserspeicherung

Die Wasserspeicherung erfolgt in den Wasserreservoiren. Reservoiren dienen dem Tagesausgleich zwischen Speisung und Verbrauch (Brauchreserve). Zusätzlich wird eine Reserve für ausserordentliche Fälle (Not- und Löschreserve) bereitgestellt.

5.4.1 Übersicht Reservoir in Betrieb

Die Wasserspeicherung erfolgt derzeit in nachstehenden Reservoiren.

Reservoir	Höhe Wsp. (m ü.M.)	Volumen (m ³)	Anteil Löschreserve (m ³)	Bemerkungen
Maree	550.00	2'000	400	Untere Druckzone
Stieg	549.50	600	ca. 200	Untere Druckzone
Meierhof	570.00	1'500	300	Untere Druckzone von Triesen. Gemeinsam mit Triesen.
Letzi	618.40	400	ca. 150	Obere Druckzone
Schlosswald	643.50	2'000	400	Hochzone
Schneeflucht Malbun	1'450	1'000	100	Im Quellgebiet Malbun

Tabelle 29 Übersicht Reservoir in Betrieb

5.4.2 Reservoir Maree

Druckzone:	Untere Druckzone
Max Wsp:	550.00 mü.M.
Speichervolumen [m³]:	2'000
Anteil Löschreserve [m³]:	400 (Löschbogen und Löschklappe)
Baujahr:	2006
Umbau / Sanierung:	
Bemerkung:	Turbine integriert. Stufenpumpe integriert.

Tabelle 30 Reservoir Maree

5.4.3 Reservoir Stieg

Druckzone:	Untere Druckzone
Max Wsp:	549.50 mü.M.
Speichervolumen [m ³]:	600
Anteil Löschreserve [m ³]:	200 (über Steuerung einstellbar)
Baujahr:	1957
Umbau / Sanierung:	1973, 2006, 2016
Bemerkung:	Turbine integriert. Kathodenschutzanlage vorhanden.

Tabelle 31 Reservoir Stieg

5.4.4 Reservoir Meierhof, Triesen / Vaduz

Druckzone:	Untere Druckzone von Triesen
Max Wsp:	570.00 mü.M.
Speichervolumen [m ³]:	1'500
Anteil Löschreserve [m ³]:	300
Baujahr:	2011
Umbau / Sanierung:	
Bemerkung:	Turbine integriert.

Tabelle 32 Meierhof, Triesen / Vaduz

Das Reservoir Meierhof wurde gemeinsam mit der Gemeinde Triesen erstellt. Der Wasserbezug von Vaduz erfolgt mit Hilfe des Übergabeschachtes Meierhof.

5.4.5 Reservoir Letzi

Druckzone:	Obere Druckzone
Max Wsp:	618.40 mü.M.
Speichervolumen [m ³]:	400
Anteil Löschreserve [m ³]:	150 (über Steuerung einstellbar)
Baujahr:	ca. 1957
Umbau / Sanierung:	1973, 2007, 2016, 2022
Bemerkung:	Kathodenschutzanlage vorhanden.

Tabelle 33 Reservoir Letzi

5.4.6 Reservoir Schlosswald

Druckzone:	Hochzone
Max Wsp:	643.50 mü.M.
Speichervolumen [m ³]:	2'000
Anteil Löschreserve [m ³]:	400 (Löschbogen und Löschklappe)
Baujahr:	1994
Umbau / Sanierung:	2014
Bemerkung:	Turbine im angebauten Gebäude integriert. Kathodenschutzanlage vorhanden.

Tabelle 34 Reservoir Schlosswald

5.4.7 Reservoir Schneeflucht, Malbun

Druckzone:	(Im Quellgebiet Malbun)
Max Wsp:	1450.00 mü.M.
Speichervolumen [m ³]:	1'000
Anteil Löschreserve [m ³]:	100 (separate Löschkammer und Löschklappe)
Baujahr:	1993
Umbau / Sanierung:	2013, 2018
Bemerkung:	Pumpenturbine integriert. Stufenpumpe integriert. UV-Entkeimung integriert. Kathodenschutzanlage vorhanden. Abgabe an Beschneigungsanlage integriert.

Tabelle 35 Reservoir Schneeflucht, Malbun

5.5 Anlagen der Wasserverteilung (Wassertransports)

Die Anlagen der Wasserverteilung sind die Trinkwasserleitungen, sowie die Stufenpumpwerke. Ebenfalls zu den Anlagen der Wasserverteilung zählen die Übergabeschächte zwischen den einzelnen Gemeinden.

Die Anlagen sind aus den Planbeilagen ersichtlich.

5.5.1 Wasserleitungen

Die Trinkwasserleitungen können aufgeteilt werden in Zubringer-, Haupt- und Versorgungsleitungen.

Die Zubringerleitungen verbinden die Wassergewinnungs- und Speicheranlagen mit den Versorgungsgebieten. Die Hauptleitungen werden für die Grobverteilung des Wassers benötigt. Von den Hauptleitungen im Versorgungsgebiet zweigen die Versorgungsleitungen ab. Die Versorgungsleitungen dienen der Feinerschliessung. Normalerweise werden die Hausanschlussleitungen und Hydranten an die Versorgungsleitungen angeschlossen.

Die übergeordneten Zubringer- und Hauptleitungen, welche auch dem Wassertransport zwischen den Gemeinden dienen, sind Verbandanlagen der GWO. Das Konzept der Verbindungsleitungen und die Zugehörigkeit zu den Verbandsanlagen sind im GWP 1989 der GWO festgelegt worden. Die Regierung hat den Plan der Verbandsanlagen genehmigt und die Erstellung der Verbandsleitungen, bis zur Änderung des Subventionsgesetzes im 2005, mit einer erhöhten Subvention unterstützt. Das GWP der GWO wurde

im Jahre 2012 überarbeitet, die Pläne wurden im Jahre 2018 nachgeführt. In den nächsten Jahren soll eine Überarbeitung des GWP der GWO in Betracht gezogen werden. Zudem ist im Jahre 2022 ein Konzept für den Ausbau der Wasserversorgungsanlagen Schaan-Vaduz erstellt worden.

Zusammenstellung bestehende Wasserleitungen nach Durchmesser

Durchmesser	GWO Verbandsanlage	Leitungslängen in m	
		Gemeindeleitungen	Total GWO und Gde.
unbekannt		192	192
24-51		133	133
75-80		100	100
90		3'287	3'287
100-110		13'583	13'583
120-125	0	1'502	1'503
130-131		755	755
150-160	347	16'446	16'793
200	5'792	6'029	11'821
250	2'625	3'662	6'286
257-258	75	0	75
290		0	0
300	2'294	4'793	7'087
400		501	501
Total	11'134	50'982	62'115

Tabelle 36 Zusammenstellung bestehende Wasserleitungen nach Durchmesser

Nur Versorgungsleitungen, Hauptleitungen, Zubringerleitungen und Fernwasserleitungen (Ohne Anschlussleitungen usw.).

Zusammenstellung bestehende Wasserleitungen nach Material

Material	Leitungslänge	
	in m	in %
Grauguss	368	0.6%
Guss duktil	55'022	88.6%
Guss unbekannt	7	0.0%
Polyethylen HDPE	5'087	8.2%
Stahl rostbeständig	19	0.0%
Stahl unbekannt	99	0.2%
unbekannt	1'309	2.1%
Stahl nicht rostbeständig	24	0.0%
Aspezzement	181	0.3%
Total	62'115	100%

Tabelle 37 Zusammenstellung bestehende Wasserleitungen nach Material

Nur Versorgungsleitungen, Hauptleitungen, Zubringerleitungen und Fernwasserleitungen (Ohne Anschlussleitungen usw.). Ohne Leitungen Private, Triesen und Schaan.

Zusammenstellung bestehende Wasserleitungen nach Baujahr

Baujahr	Leitungslänge in m	in %	Altersgruppen in m	in %
unbekannt	205.2	0.3%	(1960 und älter)	1.4%
1960 und älter	647	1.0%	853	
1961	0	0.0%	(1961 bis 1970)	
1962	0	0.0%	1'433	2.3%
1963	0	0.0%		
1964	0	0.0%		
1965	378.2	0.6%		
1966	0	0.0%		
1967	0	0.0%		
1968	79	0.1%		
1969	425.4	0.7%		
1970	550.7	0.9%		
1971	890.7	1.4%	(1971 bis 1980)	
1972	756.2	1.2%	5'902	9.5%
1973	1481.6	2.4%		
1974	113.6	0.2%		
1975	437.4	0.7%		
1976	583.4	0.9%		
1977	490.8	0.8%		
1978	34	0.1%		
1979	637.2	1.0%		
1980	476.8	0.8%		
1981	282.4	0.5%	(1981 bis 1990)	
1982	2113.9	3.4%	12'829	20.7%
1983	183	0.3%		
1984	1623.3	2.6%		
1985	1290.2	2.1%		
1986	1290	2.1%		
1987	538.4	0.9%		
1988	3320.3	5.3%		
1989	806.7	1.3%		
1990	1381	2.2%		
1991	2584.8	4.2%	(1991 bis 2000)	
1992	1379.2	2.2%	18'301	29.5%
1993	2377.4	3.8%		
1994	3167.5	5.1%		
1995	1622.6	2.6%		
1996	1899.6	3.1%		
1997	1453.8	2.3%		
1998	680.7	1.1%		
1999	1892.3	3.0%		
2000	1243.3	2.0%		
2001	1247.1	2.0%	(2001 bis 2010)	
2002	651.5	1.0%	10'566	17.0%
2003	492.4	0.8%		
2004	348.5	0.6%		

2005	990.9	1.6%		
2006	1704.5	2.7%		
2007	1440.5	2.3%		
2008	1774.7	2.9%		
2009	916.6	1.5%		
2010	998.9	1.6%		
2011	2287.1	3.7%	(2011 bis 2020)	
2012	810.5	1.3%	11'914	19.2%
2013	1440.6	2.3%		
2014	1521.2	2.4%		
2015	1254.1	2.0%		
2016	640.8	1.0%		
2017	736.2	1.2%		
2018	2498.8	4.0%		
2019	354.6	0.6%		
2020	370	0.6%		
2021	318	0.5%	(ab 2021)	
			318	0.5%
Total	62'115.4	100%	62'115.4	100%

Tabelle 38 Zusammenstellung bestehende Wasserleitungen nach Baujahr

Nur Versorgungsleitungen, Hauptleitungen, Zubringerleitungen und Fernwasserleitungen (Ohne Anschlussleitungen usw.). Ohne Leitungen Private, Triesen und Schaan. Stand 2021.

Detaillierte Angaben betreffend Rohrdurchmesser, Rohrmaterial und Baujahr sowie Angaben über die Hydranten sind im Bestandesplan, im Hydrantenplan und im Zustandsplan zu finden. Weitere Informationen sind dem Werkinformationssystemen der Gemeinde Vaduz zu entnehmen.

Die übergeordneten Verbandsleitungen der GWO sind im Übersichtsplan fett hervorgehoben. Nebst den Leitungsführungen sind auch die Druckzonen ersichtlich, ebenso alle Reservoirs und Grundwasserpumpwerke.

Die entsprechenden Höhen- bzw. Druckverhältnisse der Druckzonen im Versorgungsnetz sind aus dem hydraulischen Schema zu ersehen.

5.5.2 Übergabeschächte

Der Wasseraustausch zwischen den Gemeinden erfolgt in der Regel in speziell erstellten Übergabeschächten. Teilweise erfolgt der Austausch direkt in bestehenden Bauwerken, wie z.B. in Reservoirs.

Die ausgetauschte Wassermenge wird ausnahmslos mit Wasserzählern gemessen. Bei den meisten Übergabestellen werden auch Momentanwerte auf die Betriebswarte übertragen. Damit kann auch eine umfassende Wasserverbrauchsstatistik erstellt werden. Bei einigen kleineren Übergabestellen erfolgt die Zählerablesung jährlich.

Der Wasseraustausch zwischen Vaduz und den Nachbarversorgungen erfolgt zurzeit in folgenden Übergabeschächten.

Die Übergabestationen zwischen den GWO-Gemeinden sind nachfolgend aufgeführt:

Eigentümer	Bauwerk	Bemerkungen
Triesen / Vaduz	Übergabeschacht Lova	Von Triesen nach Vaduz im freien Gefälle. Von Vaduz nach Triesen mittels Pumpbetrieb.
	Übergabeschacht Binnenkanal (IGZ)	Von Triesen nach Vaduz im freien Gefälle. Von Vaduz nach Triesen nur im Notfall möglich (Druckabfall in Triesen).
	Reservoir Meierhof	Nur von Vaduz nach Triesen möglich, im freien Gefälle. Energetische Nutzung mit Turbine.
	Übergabeschacht Meierhof	Nur von Triesen nach Vaduz möglich, im freien Gefälle.
Triesenberg / Vaduz	Abgabeschacht Steg	Nur von Vaduz nach Triesenberg möglich. Bezug ab Druckleitung Malbun – Vaduz.
	Abgabeschacht Portal Ost	
	Abgabeschacht Studa	
	Reservoir Balischguad	
	Reservoir Malbun	Von Triesenberg / Malbun nach Vaduz im freien Gefälle. Energetische Nutzung mit Turbine. Von Vaduz nach Triesenberg/ Malbun mittels Pumpbetrieb.
Vaduz / Schaan	Stufenpumpwerk Mühleholz	Von Vaduz nach Schaan im freien Gefälle. Von Schaan nach Vaduz mittels Pumpbetrieb.
Alpgenossenschaft Pradamee	Reservoir Malbun	Von Pradamee nach Vaduz im freien Gefälle. Von Vaduz nach Pradamee mittels Pumpbetrieb.

Tabelle 39 Übergabeschächte

5.5.2.1 Stufenpumpwerk Übergabeschacht Lova, Triesen / Vaduz

Eigentümer:	Triesen und Vaduz
Baujahr:	1991
Umbau / Sanierung:	
Förderleistung:	nach Triesen 25 l/s
Anzahl Pumpen:	1

Tabelle 40 Stufenpumpwerk Übergabeschacht Lova, Triesen / Vaduz

Mit Hilfe des Übergabeschachtes Lova kann Wasser im freien Gefälle von Triesen nach Vaduz abgeleitet werden. Zudem kann mit Hilfe einer Pumpe Wasser von Vaduz nach Triesen gefördert werden.

5.5.2.2 Übergabeschacht Binnenkanal (IGZ), Vaduz / Triesen

Eigentümer:	Triesen und Vaduz
Baujahr:	1996
Umbau / Sanierung:	

Tabelle 41 Übergabeschacht Binnenkanal (IGZ), Vaduz / Triesen

Mit Hilfe des Übergabeschachtes Binnenkanal kann Wasser im freien Gefälle von Triesen nach Vaduz abgeleitet werden. Dies ist jedoch nur durch manuelles Öffnen des Absperrorgans möglich. Bei Druckabfall im Netz von Triesen kann über eine Rückschlagklappe Wasser von Vaduz bezogen werden.

Der Einbau einer gesteuerten Klappe ist vorgesehen.

5.5.2.3 Reservoir Meierhof, Triesen / Vaduz

Im gemeinsamen Reservoir Meierhof kann Wasser vom Reservoir Schlosswald bezogen werden. Das Wasser wird mit einer Pumpenturbine durch die LKW energetisch genutzt.

Baujahr / Sanierung:	2011 / --
Turbinenleistung:	44 l/s
Anzahl Turbinen:	1

Tabelle 42 Reservoir Meierhof, Triesen / Vaduz

(Angaben zum Reservoir siehe Kap. 5.5)

5.5.2.4 Übergabeschacht Meierhof, Triesen / Vaduz

Eigentümer:	Triesen und Vaduz
Baujahr:	2010
Umbau / Sanierung:	

Tabelle 43 Übergabeschacht Meierhof, Triesen / Vaduz

Mit Hilfe des Übergabeschachtes Meierhof kann Wasser im freien Gefälle vom gemeinsamen Reservoir Meierhof nach Vaduz abgeleitet werden.

5.5.2.5 Abgabestellen Druckleitung Malbun –Vaduz, Triesenberg / Vaduz

Von der Druckleitung Malbun – Vaduz kann Wasser von Vaduz an Triesenberg abgegeben werden. Dies ist an folgenden Abgabestellen möglich:

- Abgabeschacht Steg
- Abgabeschacht Portal Ost
- Abgabeschacht Studa
- Reservoir Balischguad

5.5.2.6 Reservoir Malbun, Triesenberg / Vaduz

Im Reservoir Malbun der Gemeinde Vaduz kann einerseits Wasser aus dem Feriengebiet Malbun, Triesenberg bezogen werden. Das Wasser wird mit einer Pumpenturbine durch die LKW energetisch genutzt. Andererseits kann mit einer Pumpe Wasser ins Feriengebiet Malbun gefördert werden.

Baujahr Pumpenturbine:	2010 / --
Förderleistung:	nach Triesenberg Malbun 10 l/s
Turbinenleistung:	nach Vaduz Schneeflucht 10 l/s
Anzahl Pumpenturbinen:	1

Tabelle 44 Reservoir Malbun, Triesenberg / Vaduz

Im Reservoir Malbun kann auch Wasser an die Alpenossenschaft Pradamee und an die Bergbahnen Malbun (Beschneigung Skipisten) abgegeben werden.

(Angaben zum Reservoir siehe Kap. 5.5)

5.5.2.7 Stufenpumpwerk Mühleholz, Schaan / Vaduz

Eigentümer:	Schaan und Vaduz
Baujahr:	1971
Umbau / Sanierung:	1987, 1989
Förderleistung:	nach Vaduz 40 l/s (60 l/s bei 2 Pumpen)
Anzahl Pumpen:	2

Tabelle 45 Stufenpumpwerk Mühleholz, Schaan / Vaduz

Mit Hilfe des Stufenpumpwerkes Mühleholz kann Wasser vom gemeinsamen Grundwasserpumpwerk Wiesen in das Netz von Vaduz gefördert werden. Zudem kann mit Hilfe dieses Bauwerkes Wasser im freien Gefälle von Vaduz nach Schaan abgeleitet werden.

Aufgrund der Lage und dem Zustand soll das Stufenpumpwerk durch ein neues Stufenpumpwerk im Bereich des Schwimmbadweges ersetzt werden.

5.5.3 Spezialbauwerke

Spezialschächte werden verwendet, um Armaturen unter zu bringen und bedienen zu können. Solche Spezialschächte sind einige vorhanden.

Messschächte sind in der Regel zugleich auch Übergabeschächte.

5.5.4 Quellsammel- und Druckbrecherschächte

Quellen im Lockergestein werden in der Regel als nicht begehbare Fassungen ausgeführt. Die Quellableitungen werden in sogenannten Quellschächten zusammengefasst. Das gefasste Wasser wird in die Reservoir weitergeleitet. Ist die Höhendifferenz zwischen Quellsammelschacht und Reservoir zu gross, werden auf der Zwischenstrecke sogenannte Druckbrecherschächte angeordnet.

5.6 Betriebswarte und Fernwirkanlagen

5.6.1 Wasserwerk und Betriebswarte

Die Gemeinde Vaduz besitzt ein eigenes Wasserwerksgebäude. In diesem Gebäude ist auch die Steuerungsanlage mittels Prozessleitsystemen enthalten. Die Daten werden nach dem neuesten Stand der Technik in einem externen Server in Schaan gespeichert.

Wasserwerk und Betriebswarte Vaduz

Standort:	Schaanerstrasse (bei ehemaliger Kläranlage)
Bemerkungen:	Abwasserwerk und Wasserwerk in gemeinsamem Gebäude
Baujahr:	2010

Tabelle 46 Wasserwerk und Betriebswarte Vaduz

5.6.2 Fernwirkanlagen

Unter dem Begriff Fernwirkanlagen werden alle Geräte, welche zur Messung, Steuerung, Fernmeldung, Aufzeichnung und Alarmierung notwendig sind, zusammengefasst.

5.6.2.1 Prozessleitsysteme

Vaduz besitzt ein eigenes Wasserwerk mit einem autonomen Prozessleitsystem. Gemeinsame Anlagen wie das Grundwasserpumpwerk Wiesen, das Reservoir Meierhof sowie die entsprechenden Übergabeschächte können von beiden Gemeinden unabhängig in Betrieb genommen werden, wobei die Nutzungsprioritäten definiert sind.

In Notfällen kann aktiv über einen halbautomatischen Betrieb Wasser verbandsgemeinden-übergreifend ausgetauscht werden.

Alle Verbandsgemeinden haben auf ein Windows gestütztes Prozessleitsystem (PLS) umgestellt. DOS gestützte PLS sind keine mehr in Betrieb. Das automatische Messen, Regeln und Steuern (MRS) der Wasserversorgungsanlagen ist mit dem PLS erfüllt.

Die Archivierung von Betriebsdaten sowie die Auswertungen und Visualisierungen von Betriebszuständen sind relativ einfach und benutzerfreundlich möglich.

Alle Verbandsgemeinden setzen das PLS-Produkt der Firma Zülig Hach-Lange ein.

Die rasende Entwicklung im Hard- und Software-Bereich macht auch auf dem Gebiet von Wasserversorgungs-Überwachungen nicht Halt. Was heute topaktuell ist kann schon in wenigen Jahren „veraltet“ und nicht ersetzbar sein. Um auf dem Stand der Technik zu bleiben, werden am Prozessleitsystem dauernd Anpassungen, Ergänzungen und Updates von Nöten sein. Im Jahre 2017 wurde das PLS erneuert.

5.6.2.2 Steuerkabel

Eine Übersicht über die Fernwirkanlagen, insbesondere über die Steuer- und Fernmeldekabel, sind aus dem Steuerkabelplan ersichtlich. Die werkeigenen Fernmeldekabel sind teilweise kombiniert mit den Abwasseranlagen.

Seit den 1990-er Jahren werden teilweise Glasfaserkabel (Lichtleiter) verlegt. Die Datenübertragung ist damit stabiler und leistungsfähiger.

Detaillierte Angaben sind aus dem Werkinformationssystem ersichtlich.

5.7 Organisation der Wasserversorgung

5.7.1 Wasserwerk Vaduz

Die Gemeinde Vaduz betreibt ein gemeindeeigenes Wasserwerk und ist für den Unterhalt und den Betrieb der Wasserversorgung zuständig.

5.7.1.1 Zweck

Der Zweck der Wasserversorgung ist der Betrieb einer Trink- Brauch- und Löschwasserversorgung.

5.7.1.2 Organisation

Die Wasserversorgung Vaduz organisiert sich mit folgenden Organen:

- Gemeinderat;
- Bürgermeister;
- Gemeindebauverwaltung;
- Wassermeister;
- Mitarbeiter der Wasserversorgung;

5.7.2 Gruppenwasserversorgung Liechtensteiner Oberland (GWO)

Die Gemeinde Vaduz hat sich 1969 mit den Partnergemeinden Balzers, Triesen, Triesenberg und Schaan zum Zweckverband Gruppenwasserversorgung Liechtensteiner Oberland (GWO) zusammengeschlossen.

Die GWO ist ein Zusammenschluss von eigenständigen Wasserversorgungen.

5.7.2.1 Zweck der GWO

Gemäss Art. 2 des Zweckverbandsvertrages befolgt die GWO im Wesentlichen folgenden Zweck:

- Überörtliche Sicherung der Wasserversorgung der Vertragspartner;
- Gegenseitige Belieferung der Vertragspartner mit Trinkwasser;
- Sicherstellung der Notversorgung beim Ausfall einzelner Anlagen;
- Abgestimmter Ausbau der Verbandsanlagen;
- Wasseraustausch mit der Wasserversorgung Liechtensteiner Unterland (zurzeit nur ein Notverbund in Notlagen).

5.7.2.2 Organisation der GWO

Die GWO organisiert sich mit folgenden Organen:

- Delegiertenversammlung: 5 Gemeinden mit je 3 Delegierten;
- Präsidium: wechselt im Turnus von vier Jahren von einer Gemeinde zur anderen;
- Geschäftsführer;
- Geschäftsprüfungskommission;
- Betriebskommission: Präsident, Geschäftsführer und Arbeitsgruppe Wassermeister;
- Arbeitsgruppe Wassermeister: 5 Wassermeister der Gemeinden.

5.7.2.3 Gründung und Meilensteine der GWO

Die GWO weist folgende Meilensteine auf:

1964:	Die Regierung des Fürstentums Liechtenstein erteilt den Auftrag zur Erstellung eines Vorprojektes zur überörtlichen Koordination der Gemeindewasserversorgungen im Liechtensteiner Oberland, exkl. Gemeinde Planken.
1967:	Abgabe des Vorprojektes zur Gruppenwasserversorgung Liechtensteiner Oberland.
1969:	Gründung der Gruppenwasserversorgung Liechtensteiner Oberland am 15.07.1969. Erlass des Zweckverbandsvertrags und des Reglements.
1989:	Erstellung Generelles Projekt der Gruppenwasserversorgung Liechtensteiner Oberland.
1993:	Realisierung des Wasserverbundes mit der Wasserversorgung Liechtensteiner Unterland (WLU).
1994:	Überarbeitung Zweckverbandsvertrag und Reglement.
1997:	Überarbeitung Reglement.
2008:	Überarbeitung Reglement.
2011:	Genehmigung Muster- Wasserreglement.
2014:	Genehmigung Generelles Projekt der GWO 2012.
2019:	Jubiläum 50 Jahre GWO

Tabelle 47 Gründung und Meilensteine der GWO

5.7.2.4 Bau von Verbandsanlagen

Die Verbandsanlagen werden auf Grundlage des Generellen Projektes durch die einzelnen Verbandsgemeinden erstellt. Die Verbandsanlagen bleiben im Eigentum der einzelnen Verbandsgemeinden. Die Realisierung der Verbandsanlagen ist von 1969 bis 2006 projektbezogen durch das Land Liechtenstein mit einer erhöhten Subvention gefördert worden. Heute erfolgt die Subventionierung Pauschal.

6 Disposition der zukünftigen Wasserversorgungsanlagen

6.1 Übersicht

Das vorliegende GWP der Gemeinde Vaduz stützt sich u.a. auf das GWP der GWO. Die Belange des übergeordneten GWP der GWO sind also auch in den GWP der Gemeinden berücksichtigt. Umgekehrt sind die Aspekte des GWP Vaduz im GWP der GWO berücksichtigt worden.

Die Anlagen sind aus den Planbeilagen ersichtlich.

6.1.1 Grundkonzept

Die Anlagen werden so konzipiert, dass sie nicht nur der Wasserversorgung der Gemeinde dienen, sondern abgestimmt mit den Nachbarversorgungen sind.

Die Versorgung mit Quellwasser hat weiterhin erste Priorität. Es sollen alle nutzbaren Quellen genutzt werden. Die Gemeinde Vaduz mit überschüssigem Quellwasser gibt also Wasser an die GWO-Partnergemeinden ab.

Mit der Erstellung des Reservoirs Meierhof gemeinsam mit der Gemeinde Triesen wurde auch der Wasserbezug und die Wasserabgabe mit Gemeinde Triesen stark erweitert.

Im Reservoir Schneeflucht, Malbun kann Wasser aus dem Triesenberger Feriengebiet Malbun bezogen und abgegeben werden.

6.1.2 GWO Verbandsanlagen

Die wesentlichen Wasserversorgungsanlagen, welche auch den anderen GWO Gemeinden dienen, gelten als Verbandsanlagen. Die Verbandsanlagen wurden bisher im Plan der Verbandsanlagen festgehalten, welcher jeweils durch die Regierung genehmigt wurde. Bis im Jahre 2005 diente der Plan als Grundlage für die erhöhte Subvention des Landes von 50% an die Verbandsanlagen. Durch die Neuregelung der Finanzströme zwischen Land und Gemeinde werden ab 2006 keine Subventionen für Verbandsanlagen mehr ausbezahlt. Die Verbandsanlagen sind aus dem Übersichtsplan 110067 / G01, 1 : 10'000 ersichtlich.

6.2 Anlagen der Wassergewinnung

6.2.1 Quellen

Die Versorgung mit Trinkwasser soll weiterhin in erster Priorität mit Quellwasser erfolgen. Dies bedeutet dass allfällige Nutzungspotentiale von Quellwasser bestmöglich ausgeschöpft werden.

6.2.1.1 Zusätzliche Wasservorkommen Schneeflucht Malbun

Bereits in den 80-er und 90-er Jahren wurden im Rahmen der hydrogeologischen Abklärungen zur Schutzzonenausscheidung und Quellsanierung Abklärungen für die Gewinnung von Felsgrundwasser im Gebiet Schneeflucht Malbun getätigt. Es wurden verschiedene Sondierbohrungen bis in eine Tiefe von

30m sowie Wasserstandsmessungen, Pumpversuche, Flowmeter-Tests und chemisch-bakteriologische Analysen durchgeführt. Da die Gemeinde diese Untersuchungen zeigte, dass sich am orographisch rechten Talrand die Felsoberfläche mit 2-8 m Tiefe relativ oberflächennah befindet. Auch zeigte sich, dass mit Felsgrundwasser zu rechnen ist, das in seinem Chemismus (insbesondere Härte und Sulfatgehalt) mit dem heute genutzten oberflächennahen Grundwasser vergleichbar ist. Im Fels konnte ein zusammenhängender Grundwasserspiegel mit einem Gefälle von ca. 10% von SE nach NW und einer jahreszeitlichen Spiegelschwankung nachgewiesen werden. Bakteriologisch wurde das Felsgrundwasser als gut taxiert. Gleichzeitig wurde aber konstatiert, dass weitere Untersuchungen erforderlich sind, um verbindlichen Aussagen über Menge (Feldergiebigkeit), Qualität und Fassungswürdigkeit machen zu können.

Da die Gemeinde Vaduz aufgrund der seinerzeitigen Rechtslage lediglich 1'800 l/min nach Vaduz ableiten durfte und diese Wassermengen mit den sanierten Quellen mehr als erreicht wurden, verzichtete die Gemeinde vorerst auf weitergehende Abklärungen zur Beurteilung weiterer Wassergewinnungsmöglichkeiten im Gebiet Schneeflucht.

Für die Deckung von Fehlmengen steht primär der Grundwasserträger des Rheins zur Diskussion. Eine erhöhte Grundwassernutzung durch zusätzliche Grundwasserpumpwerke ist möglich, bedingt aber weitere Nutzungseinschränkungen im Talgebiet. Zudem ist eine zunehmende Wassergewinnung aus ein und demselben Grundwasserträger auch mit zunehmenden Risiken verbunden. Aus besagten Gründen hat die Gemeinde Vaduz 2020 beschlossen, die seinerzeit sistierten Abklärungen zur Erkundung zusätzlicher Wasservorkommen in Malbun wieder aufzunehmen. Ziel der Untersuchungen sollte sein:

- Das Wassergewinnungspotential zu quantifizieren
- Die Nutzungswürdigkeit für die Trinkwasserversorgung zu beurteilen
- Die Kosten und Wirtschaftlichkeit zu eruieren

Die Ergebnisse der ersten Untersuchungsphase zeigen, dass eine Gewinnung von Felsgrundwasser in grösserem Ausmass (2000 – 3000 l/min) eher unwahrscheinlich ist. Für eine abschliessende Einschätzung resp. Beurteilung sind jedoch noch ergänzende hydraulische und hydrogeologische Abklärungen im 2022/23 geplant.

Ebenfalls zeigen die bisherigen Untersuchungen, dass im Lockergesteinsgrundwasserleiter (Bachschutt-fächer Schneeflucht), der mit den bestehenden Quellfassungen Schneeflucht genutzt wird, ein Potential für eine ertragreichere Nutzung von Grundwasser durchaus wahrscheinlich ist.

Die 2022/23 geplanten ergänzenden hydrogeologischen Detailabklärungen abschliessende Antworten auf mögliche Wasservorkommen im tieferliegenden Fels sowie im bereits heute genutzten Lockergestein liefern. Die Resultate werden frühestens Ende 2023 vorliegen.

6.2.1.2 Quadretscha-Quellen

Die Quadretschaquellen wurden wegen ihres Chemismus bereits 1984 vom öffentlichen Wasserversorgungsnetz abgetrennt. Eine erneute Trinkwassernutzung steht derzeit nicht zur Diskussion. Nichts desto trotz erfolgte 2021/22 eine umfassende Sanierung der Fassungsbauwerke und Ableitungen in den Altbach resp. Vaduzer Giessen. Als Grundlage für eine spätere Nutzbarkeit ist die Erkundung gewisser Qualitätsparameter (Schüttungsverlauf, Temperatur, Leitfähigkeit) über die Dauer von mindestens 1 Jahr geplant.

6.2.1.3 Mühleholzrüfe-Quellen

Eine Nutzung der Mühleholzrüfe-Quellen steht derzeit aufgrund ihres Chemismus und des Ausbaustandards der Fassungs- und Rohranlagen nicht zur Diskussion. Wohlwissend, dass für eine Trinkwassernutzung ein aufwendiger Ausbau des Leitungsnetzes und der Fassungsanlagen sowie eine weitergehende

Quellwasseraufbereitung erforderlich wären, hat die Gemeinde Vaduz mit Schreiben vom 31.08.1994 bei der Regierung ihr Interesse am Wasser der Mühleholzquellen für einen Ausbau der künftigen Gemeindewasserversorgung deponiert und ein Bezugsrecht im Umfang von **17 l/s** reserviert.

6.2.1.4 Potential einer zusätzlichen Quellwassergewinnung

Für eine zusätzliche Wassergewinnung im Gebiet **Schneeflucht** laufen derzeit umfangreiche Untersuchungen. Mit abschliessenden Resultaten ist frühestens Ende 2023 zu rechnen.

Die Quellwasservorkommen im Gebiet **Quadretscha** sind derzeit nicht nutzbar. Die Anlagen werden aber unterhalten und überwacht, damit eine Nutzung, sei dies für die Grund- oder Notversorgung, nicht ausgeschlossen ist. Ein Messprogramm soll fundierte Grundlagen für die Beurteilung der Nutzbarkeit liefern.

Die Quellwasservorkommen im Gebiet **Mühleholzrüfe** sind derzeit nicht nutzbar. Die Gemeinde hat aber vorsorglich bei der Regierung ein Nutzungsrecht im Umfang von 17 l/s reserviert, damit eine Nutzung, sei dies für die Grund- oder Notversorgung, nicht ausgeschlossen ist.

Weitere relevante Quellwasservorkommen sind derzeit nicht bekannt. Mit modernen geophysikalischen Methoden (Geelektrik, Transienten-Elektromagnetik, Aeroelektromagnetik, Seismoelektrik, Nuklear-Magnetische-Resonanzverfahren) wäre es aber durchaus denkbar, weitere Grundwasserpotentiale) ist die Erkundung weiterer Quell- / Grundwasserpotentiale aber keineswegs ausgeschlossen.

6.2.2 Grundwassernutzung

6.2.2.1 Bemessung

Bei der Planung der Grundwassernutzung wird gemäss dem Ausbaukonzept Wasserversorgungen Schaan-Vaduz beide Gemeinden sowie die WLU (zurzeit Notverbund) berücksichtigt.

Die Fehlmenge, welche nach der Nutzung des Quellwassers übrig bleibt um den Bedarf zu decken, muss durch neue Grundwasserpumpwerke abgedeckt werden.

Die Fehlmengen der Gemeinden Vaduz und Schaan, inkl. der Abgabe an die WLU, sind nachfolgend zusammengestellt.

Fehlmengen am Planungsziel	2020 m3/Tag	2030 (Z1) m3/Tag	2050 (Z2) m3/Tag
Mittlere Fehlmenge am Normalverbrauchstag NVT		4'600	4'400
Maximale Fehlmenge am Höchstverbrauchstag HVT		9'900	14'700

Tabelle 48 Fehlmengen Vaduz und Schaan

Um die Versorgungssicherheit zu gewähren werden mittelfristig zwei Grundwasserpumpwerke im Bereich Vaduz-Schaan erforderlich. Damit kann der Ausfall eines Grundwasserpumpwerkes oder eines Quellgebietes kompensiert werden. Die Reserve wird auch gebraucht, falls ein privates Grundwasserpumpwerk ausfällt. Die Betriebe werden dann nämlich einfach kurzfristig mehr Wasser von der öffentlichen Versorgung beziehen.

Damit werden bis zum Planungsziel Z1 2030 – je nach Förderleistung - ein bis zwei Grundwasserpumpwerke benötigt. Für das Planungsziel Z2 2050 wird noch ein zusätzliches Grundwasserpumpwerk nötig sein.

Ausbaureihenfolge

Das nächste Grundwasserpumpwerk wird also im Bereich Schaan - Vaduz benötigt, insbesondere unter Berücksichtigung des Bedarfs der WLU und der Hilcona in Schaan.

Aufgrund des Schwerpunkts des grossen Wasserbedarf in Schaan soll die Realisierung des Grundwasserpumpwerks Wiesen 2, Schaan vor dem Grundwasserpumpwerk Neufeld, Vaduz erfolgen.

Selbstverständlich sind auch gemeinsame Pumpwerke, wie z.B. die Pumpwerke Heilos (Triesen und Balzers) und Wiesen I Vaduz und Schaan) zeigen, möglich.

6.2.2.2 Projektierte Grundwasserpumpwerke

Im Bereich Vaduz sind folgende Grundwasserpumpwerke vorgesehen:

Grundwasserpumpwerk Neufeld

Das Pumpwerk ist im nördlichen Teil der Gemeinde Vaduz vorgesehen. Mittelfristig weist das Pumpwerk eine hohe Wichtigkeit auf.

Das Schutzareal Neufeld ist 2011 rechtskräftig ausgeschieden worden.

Grundwasserpumpwerk Wiesen 2

Das Pumpwerk ist nördlich des bestehenden Grundwasserpumpwerk Wiesen vorgesehen.

Das Schutzareal Wiesen 2 ist im Jahre 2000, gleichzeitig mit der Schutzzone Wiesen 1, rechtskräftig ausgeschieden worden.

Grundwasserpumpwerk Neugut 2

Mit der aktuellen Schutzzonenausscheidung und der bestehenden Brunnenanlage ist die max. Förderkapazität von 45 l/s resp. 3'200 m³/d beim Grundwasserpumpwerk Neugut ausgeschöpft.

Die Grundwassergewinnung im Gebiet Neugut könnte durch eine weitere Fassung nördlich des bestehenden Brunnens erhöht werden. Die aktuelle Grundwasser-Schutzzonierung berücksichtigt eine solche Erweiterung nicht. Bevor Wasserschutzzonen im bis dato nicht genutzten Gebiet Neufeld ausgeschieden werden, ist es ratsam, bei den bestehenden Schutzzonen, namentlich im Gebiet Wiesen und Neugut, das Erweiterungspotential zu überprüfen und zu schützen. Zur Sicherung von zukünftigen Erweiterungsmöglichkeiten für eine Erhöhung der Grundwassernutzung im Zusammenhang mit der Schutzzone Neugut wird vorgeschlagen, nördlich und westlich des bestehenden Schutzzonenperimeters bis zum Neugutweg ein Grundwasserschutzareal auszuscheiden.

6.2.2.3 Konflikte mit anderen Nutzungsinteressen

Es gibt jedoch auch andere Nutzungsinteressen, welche Anspruch auf denselben Raum haben.

Im Falle von allfälligen Revitalisierungen oder energetischen Nutzungen des Alpenrheins müssen die Aspekte der Wasserversorgung berücksichtigt werden. Insbesondere müssen die Grundwasservorkommen in Menge und Qualität erhalten bleiben. Siehe auch Kap 8.5.

Sollten im GWP definierte und mittels Schutzarealen gesicherte Standorte für künftige Grundwasserpumpwerke aufgrund von höher gewichteten Nutzungsinteressen aufgelassen werden, so ist ein gleichwertiger Ersatz (Menge und Güte) zu schaffen, sei dies an neu zu definierenden Standorten oder durch eine Kapazitätserhöhung resp. Gebietsarrondierung / -erweiterung an bestehenden Standorten (Pumpwerk Neugut). Mit dem IRKA Grundwassermodell Alpenrhein steht neuerdings ein regionales 2D-Modell

für den Grundwasserleiter des Rheintals zur Verfügung, das für Detailfragen lokal zu einem 3D-Modell erweitert werden kann. Dieses kann für solche Fragestellungen und weitergehende Potentialanalysen wichtige Dienste leisten.

6.3 Anlagen der Wasseraufbereitung

6.3.1 Entkeimungsanlagen

Das gesamte genutzte Quellwasser wird seit einigen Jahren mit UV-Desinfektionsanlagen entkeimt. Die Entkeimungsanlagen befinden sich an jenen Stellen, wo das Quellwasser in das Netz bzw. Reservoir eingespiesen wird. Die UV-Entkeimungsanlagen im Reservoir Schneeflucht Malbun sind seit 1988, bzw. 1991 in Betrieb und sind im Jahre 2018 ersetzt und dem technischen Stand angepasst worden.

Im Falle des Ausbaus der Quellwassernutzung der Schneefluchtquellen Malbun müssen die UV-Entkeimungsanlagen an die zusätzlichen Wassermengen angepasst werden.

Das Grundwasser ist bakteriologisch einwandfrei. Aus dem Grundwasserträger des Talbodens kann, unter der Voraussetzung von ausreichenden Schutzmassnahmen (Umsetzung Schutzzonen), bakteriologisch einwandfreies Trinkwasser bezogen werden. Deshalb sind zurzeit keine Entkeimungsanlagen für das Grundwasser erforderlich und vorgesehen.

6.3.2 Andere Aufbereitungsanlagen

Die bakteriologischen Probleme bei den genutzten Quellen sind durch die bestehenden UV-Entkeimungsanlagen gelöst. Bei Trübung wird das Quellwasser verworfen.

Da das Quell- und Grundwasser ansonsten zurzeit qualitativ einwandfrei ist, sind keine weiteren Aufbereitungsanlagen projektiert. Damit auch in Zukunft keine Aufbereitungsanlagen benötigt werden, ist ein ausreichender Schutz der Einzugsgebiete notwendig.

Sauerstoffanreicherung

Unterhalb des Qualitätszieles (gemäss Schweizerischem Lebensmittelbuch, Kap. 27A) ist der niedere Sauerstoffgehalt insbesondere bei den Grundwasserpumpwerken einzustufen. Der Sauerstoffgehalt ist weiterhin zu prüfen.

Bei einem weiteren Absinken des Sauerstoffgehaltes sollte das Wasser mittels Belüftung aufbereitet werden.

Anmerkung:

In der Trinkwasserverordnung (TWN vom 28. Sept. 2004, LGBl. 2004 Nr. 217) sind bezüglich Sauerstoffgehalt und Wasserhärte weder Grenz- noch Toleranzwerte zu finden. Angaben zu Qualitätszielen kommen generell nicht vor.

6.4 Anlagen der Wasserförderung

Die Wasserwerke benötigen diverse Pumpen für den Betrieb der Wasserversorgung. Die vorgesehenen Pumpen sind nachfolgend aufgeführt.

Eigentümer	Bauwerk Standort Pumpen	Anzahl Pumpen	Förderung von / nach Bemerkungen
Vaduz	Proj. Grundwasserpumpwerk Neufeld	3	Von Grundwasser nach untere Druckzone
Vaduz	Proj. Stufenpumpwerk Vaduz-Schaan	2	Von Schaan nach Vaduz und von Vaduz nach Schaan (untere Druckzonen).

Tabelle 49 Anlagen der Wasserförderung

6.5 Anlagen der Wasserspeicherung

Die Wasserspeicherung der Gemeinde Vaduz erfolgt in den bestehenden Reservoiren. Zusammen mit dem Reservoir „Meierhof“ (gemeinsam mit Triesen) kann damit ein Tagesbedarf gespeichert und die erforderliche Löschreserve vorgehalten werden.

6.5.1 Allgemeines, Bemessungsgrundlagen

Die Wasserspeicherung erfolgt in Wasserreservoiren. Reservoiren dienen in der Regel dem Tagesausgleich zwischen Speisung und Verbrauch (Nutzzinhalt oder Brauchreserve). Dazu wird eine Betriebsreserve für ausserordentliche Fälle bereitgestellt. Die Betriebsreserve setzt sich aus der Not- und Löschreserve zusammen. Nutzzinhalt und Betriebsreserve ergeben den erforderlichen Speicherinhalt der Reservoiren.

Der Speicherraum ist vorzugsweise in einem über dem Versorgungsgebiet gelegenen Hochbehälter vorzusehen. Dieser ist so anzuordnen, dass im Versorgungsgebiet optimale Druckverhältnisse gewährleistet werden. Die Reservoiren sind nach der SVGW-Richtlinie W6 "*Projektierung, Bau und Betrieb von Wasserbehältern*", zu projektieren.

Im Weiteren ist es in hydraulischer Hinsicht von Vorteil, wenn Reservoiren möglichst nahe an Verbraucherschwerpunkten liegen.

6.5.2 Bestimmung des notwendigen Speicherinhalts

Die nachfolgenden Ausführungen bzw. Bemessungen basieren einerseits auf der SVGW-Richtlinie W6 "*Projektierung, Bau und Betrieb von Wasserbehältern*", und andererseits auf der „Richtlinie Versorgung mit Löschwasser“ 2019 der Feuerwehrkoordination Schweiz FKS.

Der Speicherinhalt der Reservoiren hat den Nutzzinhalt sowie die Not- und Löschreserve zu umfassen. Der Nutzzinhalt entspricht der fluktuierenden Wassermenge über den Ausgleichszeitraum eines Tages. Die Praxis zeigt, dass ein Wasserbehälter in einem Versorgungsgebiet mittlerer Grösse in der Regel dann wirtschaftlich bemessen ist, wenn die folgenden Kriterien erfüllt sind:

Nutzzinhalt:	0.5 Mal den mittleren Tagesverbrauch (NVT)
Not- und Löschreserve:	0.5 Mal den mittleren Tagesverbrauch (NVT)
Daraus folgt:	
Speicherinhalt:	1.0 Mal den mittleren Tagesverbrauch (NVT)

Tabelle 50 Bestimmung des notwendigen Speicherinhalts

Die Notreserve ist von der Grösse des Versorgungsnetzes abhängig. Bei grösseren Versorgungsnetzen sollte in der Regel eine Notreserve genügen, welche zwei Stunden des maximalen stündlichen Verbrauchs entspricht. In der Gemeinde Vaduz entspricht dies etwa 15 % des Höchstverbrauchstages.

Die Löschreserve ist abhängig von der Art der Bebauung bzw. vom Risiko bezogen auf die Art der Bebauung. Bei gesicherter Leistungsfähigkeit der Wasserversorgung in Bezug auf Nachspeisung, kann die Löschreserve reduziert werden.

6.5.3 Bestimmung des Speichervolumens

VADUZ Untere Druckzone	Einheit	2020	(Z1) 2030	(Z2) 2050
Tagesverbrauch				
Mittlerer Tagesverbrauch NVT ganzes Versorgungsgebiet	m ³ /d	2'300	3'100	3'700
Mittlerer Tagesverbrauch NVT Anteil untere Druckzone (ca. 90 %)	m ³ /d	2'100	2'800	3'300
Höchstverbrauchstag HVT; Anteil untere Druckzone (Annahme 100 %)	m ³ /d	4'600	6'200	7'500
Notwendiges Speichervolumen				
Brauchreserve (50% NVT)	m ³	1'050	1'400	1'650
Notreserve (15% HVT)	m ³	690	930	1'130
Löschreserve	m ³	800	800	800
TOTAL notwendiges Speichervolumen		2'540	3'130	3'580
Vorhandenes Speichervolumen				
Reservoir Marea	m ³	2'000	2'000	2'000
Reservoir Schlosswald (anrechenbarer Anteil für untere Druckzone)	m ³	500	500	500
Reservoir Stieg (keine GWO Verbandsanlage)	m ³	600	600	0
Reservoir Meierhof (Anteil Vaduz 50%)	m ³	750	750	750
TOTAL vorhandenes Speichervolumen		3'850	3'850	3'850
„Fehlendes“ Speichervolumen (Überschuss)		-(1'310)	-(720)	-(270)
Projektiertes Reservoirvolumen				
Kein Reservoir vorgesehen.				

Tabelle 51 Bestimmung des Speichervolumens Untere Druckzone

Das Speichervolumen für die Wasserabgabe an die GWO-Partnergemeinden ist in der Berechnung nicht berücksichtigt. Da Vaduz grosse Wassermengen an Schaan abgibt, ist ein umfangreicheres Speichervolumen von Vorteil. Unter Berücksichtigung der Abgaben an die GWO-Partnergemeinden ist das vorhandene Speichervolumen nicht zu gross.

VADUZ Obere Druckzone	Einheit	2020	(Z1) 2030	(Z2) 2050
Tagesverbrauch				
Mittlerer Tagesverbrauch NVT ganzes Versorgungsgebiet	m ³ /d	2'300	3'100	3'700
Mittlerer Tagesverbrauch NVT Anteil untere Druckzone (ca. 10 %)	m ³ /d	240	320	360
Höchstverbrauchstag HVT; Anteil untere Druckzone (Annahme 100 %)	m ³ /d	480	640	720
Notwendiges Speichervolumen				
Brauchreserve (50% NVT)	m ³	120	160	180
Notreserve (15% HVT)	m ³	70	100	110
Löschreserve	m ³	200	200	200
TOTAL notwendiges Speichervolumen		390	460	490
Vorhandenes Speichervolumen				
Reservoir Letzi	m ³	400	400	400
Reservoir Schlosswald (anrechenbarer Anteil für obere Druckzone)	m ³	100	100	100
TOTAL vorhandenes Speichervolumen		500	500	500
„Fehlendes“ Speichervolumen (Überschuss)		-(110)	-(40)	-(10)
Projektiertes Reservoirvolumen				
Kein Reservoir vorgesehen.				

Tabelle 52 Bestimmung des Speichervolumens Obere Druckzone

6.5.4 Brandschutz

Die nachfolgenden Ausführungen basieren auf der „Richtlinie Versorgung mit Löschwasser“ 2019 der Feuerwehrkoordination Schweiz FKS.

Die im Anhang abgebildete Tabelle „Löschwasserbedarf für die Brandbekämpfung“ stammt aus dieser Richtlinie. Bezogen auf die Art der Bebauung ist daraus das Brandrisiko, die geforderte Löschwassermenge in l/min bzw. die Löschreserve in m³ angegeben.

Bei der Bestimmung und Aufteilung des notwendigen Speicherinhalts wurden diese Richtwerte herangezogen, unter Berücksichtigung der geforderten Löschreserve für Sprinkleranlagen sowie dem Hinweis, dass bei gesicherter Leistungsfähigkeit der Wasserversorgung in Bezug auf Nachspeisung, die Löschreserve reduziert werden kann.

Das Wasserwerk Vaduz hat in ihrem Prozessleitsystem ein Brandalarmprogramm integriert. Im Wesentlichen werden dabei vorhandene Pumpen, gesteuert nach vorgegebenen Brandkoten in den entsprechenden Reservoiren, in Betrieb genommen und Ausgleichssteuerungen in den betreffenden Reservoiren in neutrale Stellung gesetzt.

Zwecks der Löschwasserentnahme aus dem Versorgungsnetz werden, der Empfehlung entsprechend, nur Überflurhydranten aufgestellt. Unterflurhydranten werden aus Gründen der Betriebssicherheit vermieden: z.B. Vereisung, Schneeüberdeckung oder abgestellte Autos. Der minimale Fließdruck (dynamischer Druck) muss

- 2.0 bar für den Einsatz von Tanklöschfahrzeugen und Motorspritzen (idealerweise 3.0 bar)
- 3.0 bar beim Einsatz von Löschleitungen direkt ab Hydrant und bei Sprinkleranlagen (idealerweise 3.5 bar)

6.5.5 Projektierte Wasserspeicherung

Für die künftige Wasserspeicherung in Vaduz wird kein zusätzliches Reservoir benötigt. Berechnung siehe Kap. 6.5.3.

6.6 Anlagen der Wasserverteilung

6.6.1 Allgemeines

Im Projektplan (Plan Nr. 110067 / G02, Situation 1:4'000) ist das gesamte Versorgungsnetz mit den bestehenden, wie auch projektierten Leitungen ersichtlich.

Die Anlagen der Wasserverteilung sind die Trinkwasserleitungen. Ebenfalls zu den Anlagen der Wasserverteilung zählen die Wassermessstellen zwischen Vaduz und den Gemeinden Triesen, Triesenberg und Schaan.

Die Trinkwasserleitungen werden aufgeteilt in Zubringer-, Haupt- und Versorgungsleitungen.

Die Zubringerleitungen verbinden die Wassergewinnungs- und Speicheranlagen mit den Versorgungsgebieten und stellen sogenannte Verbandsanlagen der GWO dar. Von den Hauptleitungen im Versorgungsgebiet zweigen die Versorgungsleitungen ab. Die Versorgungsleitungen dienen der Feinerschließung der Quartiere. Normalerweise werden die Hausanschlussleitungen und Hydranten nur an Versorgungsleitungen angeschlossen.

Die Leitungen sind nach der SVGW-Richtlinie W4 "Richtlinien für Planung, Projektierung sowie Bau, Betrieb und Unterhalt von Trinkwasserversorgungssystemen ausserhalb von Gebäuden" zu erstellen, unter Beachtung der entsprechenden Weisungen der Wasserversorgung Vaduz.

Bei der Erstellung des Verteilnetzes ist aus Gründen der Hygiene sowie der hydraulischen Versorgungs- und Betriebssicherheit der Bau von sogenannten Sackleitungen nach Möglichkeit zu vermeiden. Das Netz sollte als vermaschtes Ringnetz gestaltet werden, d. h. es sind Leitungsringe anzuordnen, so dass die Versorgung von zwei oder mehreren Seiten aus erfolgen kann.

6.6.2 Bemessung der Wasserleitungen

Die Kapazität der Wasserleitungen ist einerseits durch die zulässige Fließgeschwindigkeit und andererseits durch die Druckverluste begrenzt. Folgende Fließgeschwindigkeiten sollen nicht überschritten wer-

den, um unerwünschte Geräuschbildungen und zu starke Beanspruchung der Armaturen sowie der Leitungen zu vermeiden.

Fliessgeschwindigkeiten:

Die maximalen Fliessgeschwindigkeiten betragen.

Zubringer- und Transportleitungen	1.5 m/s
Hauptleitungen	1.5 m/s
Versorgungsleitungen	2.0 m/s
Geschwindigkeit im Brandfall	3.5 m/s

Tabelle 53 Fliessgeschwindigkeiten

In Ausnahmefällen wie Brandfall können kurzfristig höhere Fliessgeschwindigkeiten von 3.0 bis 3.5 m/s in Kauf genommen werden. Es kann dabei u.U. zu Eintrübung des Wassers (Rostwasser) kommen.

Die maximale Fliessgeschwindigkeit im Brandfall ist mit der neuen SVGW- Richtlinie W4 vom März 2013 und in der Richtlinie Versorgung mit Löschwasser der FKS vom Oktober 2019 von 3.0 auf 3.5 m/s erhöht worden. Zudem ist die max. Fliessgeschwindigkeit ist von 1.5 auf 2.0 m/s erhöht worden.

Druckverhältnisse:

Die Druckverluste sind bei gegebener Leitung umso grösser, je höher die Fliessgeschwindigkeit ist. Der Ruhedruck soll im gesamten Versorgungsgebiet zwischen 4 und 10 bar betragen, um die Versorgung bedarfsgerecht gewährleisten zu können. Die Druckschwankungen sollen im Allgemeinen auf ± 1 bar, in Sonderfällen auf ± 2.0 bar begrenzt werden. Die Brandschutzfälle werden nicht berücksichtigt, da sie ausserordentliche Druckschwankungen von kurzer Dauer erzeugen können.

Im Brandfall muss der minimale Fliessdruck (dynamischer Druck) gemäss der Richtlinie für die Versorgung mit Löschwasser des Schweizerischen Feuerwehrverbandes

- 2.0 bar für den Einsatz von Tanklöschfahrzeugen und Motorspritzen (idealerweise 3.0 bar)
- 3.0 bar beim Einsatz von Löschleitungen direkt ab Hydrant und bei Sprinkleranlagen (idealerweise 3.5 bar)

betragen.

Im Weiteren gilt es zu beachten, dass Pumpen nicht ausserhalb der Pumpenkennlinie betrieben werden, insbesondere im unteren Bereich der Druckhöhe (grosse Netzbezüge bei Brandfällen).

Bei Brandfall ist unbedingt darauf zu achten, dass bei aktiver Wasserentnahme aus dem Netz kein Unterdruck entsteht. Ansonsten können Versorgungsnetze und unmittelbare Wasser-Hausinstallation beschädigt werden.

Minimale Leitungsdurchmesser Versorgungsleitungen:

Der Schweizerische Feuerwehrverband hat früher im Leitfaden für die Versorgung mit Löschwasser (2003) einen minimalen Innendurchmesser von 125 mm bei Versorgungsleitungen gefordert. In der neuen Richtlinie Versorgung mit Löschwasser (2019) ist der minimale Innendurchmesser auf 100 mm reduziert worden. Bei gut eingebundenen Leitungen mit zweiseitiger Anspeisung von Hydranten können die Druckverhältnisse und die maximalen Fliessgeschwindigkeiten auch mit Leitungen mit Innendurchmesser 100 mm eingehalten werden. Als minimaler Innendurchmesser bei Leitungen mit Hydranten wird deshalb neu 100 mm festgelegt. Der Durchmesser der Versorgungsleitungen ist aus dem Projektplan ersichtlich, bzw. wird von Fall zu Fall festgelegt.

Minimale Leitungsdurchmesser Hydrantenanschlussleitungen:

Der Schweizerische Feuerwehrverband hat früher im Leitfaden für die Versorgung mit Löschwasser (2003) einen minimalen Innendurchmesser von 125 mm bei Hydrantenanschlussleitungen empfohlen. Gemäss der neuen Richtlinie Versorgung mit Löschwasser (2019) hängt die Dimension indirekt von der Art der Bebauung ab. Bislang wurden die meisten Hydrantenanschlussleitungen mit einem Innendurchmesser von 100 mm erstellt. Zur Vermeidung von Stagnation können in der Regel die Hydrantenanschlussleitungen weiterhin mit dem Innendurchmesser von 100 mm erstellt werden. Ausnahmen sind Hydranten mit knappen Druckverhältnissen und in Gebieten mit grossem Löschwasserbedarf.

Hausanschlussleitungen:

Die Hausanschlussleitungen werden nach der SVGW Richtlinie W3 bestimmt. Der minimale Innendurchmesser beträgt 32 mm. Aus praktischen Gründen verwenden die Wasserwerke jedoch nur wenige Rohrdurchmesser. Zur Verhinderung von Stagnation und zur kleineren Erwärmung des Wassers in Hitzeperioden sollen jedoch nicht zu grosse Durchmesser verwendet werden. In Vaduz wurden bisher hauptsächlich Druckrohre DN 63/51 mm verwendet. In Zukunft sollen i.d.R. z.B. Druckrohre DN 50/41 mm verwendet werden. Die zukünftige Handhabung soll mit der Wasserversorgung vereinbart werden.

Um die Stagnation in den Hydrantenanschlussleitungen zu vermindern sollen die Hausanschlüsse wo möglich an die Hydrantenendstücke angeschlossen werden.

6.6.3 Netzberechnung

Die Netzberechnung ist mit einem leistungsfähigen Computerprogramm (Rehm Cross) durchgeführt worden. Die Ergebnisse dieser Netzberechnung sowie auch die Datengrundlagen sind in separaten Bericht abgehandelt.

Die Druckangaben in der hydraulischen Netzberechnung haben aufgrund der simulierbaren Netzbezugsituation eine Genauigkeit von +/- 0.3 bar.

6.6.4 Stagnation und Aufenthaltszeit im Netz und in den Reservoirien

Zur Beurteilung, ob die Aufenthaltszeiten in den Bauwerken und im Netz kritisch sind oder nicht, wurden die durchschnittlichen Aufenthaltszeiten wie folgt berechnet.

Aufenthaltszeiten / Stagnation

Aufenthaltszeiten Durchschnittswerte	Volumen m ³	Wassermenge m ³ /Tag	Aufenthaltszeit Stunden
Reservoirs			
Schneeflucht Malbun	1'000	3'500	7
Schlosswald	2'000	3'500	14
Maree, Stieg und Meierhof (untere Druckzone)	3'350	3'500	23
Total Reservoirs			44
Quellableitung Malbun-Vaduz	600	3'500	4
Netzleitungen (Gesamt ohne Hausanschlüsse) *1)	900	2'600	8
Hausanschluss pro Anschluss (z.B. Einfamilienhaus); (DN 63/51 mm; 20 m Länge)	0.041	0.4	2.5
Hausanschluss pro Anschluss (z.B. Einfamilienhaus); (DN 50/41 mm; 20 m Länge)	0.026	0.4	1.5

*1): Als Wassermenge wurde nur die im Netz verbrauchte Wassermenge eingesetzt. Unter Berücksichtigung der Wassermenge welche an die GWO-Partnergemeinden abgegeben wird, verkürzt sich die Aufenthaltszeit auf 6 Stunden.

Tabelle 54 Aufenthaltszeiten des Wassers

Interpretation Reservoirs

Es gibt keine explizite Vorgabe des SVGW betreffend der Aufenthaltszeit in Stunden. Da die Brauchreserve auf den Tagesbedarf ausgelegt ist, und die Löschreserve bei kleinen Gebieten gut das dreifache Volumen betragen kann, kann auf eine übliche Aufenthaltszeit in den Reservoirs von 72 Stunden ausgegangen werden. Durch die relativ grosse Wassergewinnung in Malbun kann die Stagnation des Wassers in den Vaduzer Reservoirs als unkritisch eingestuft werden.

Interpretation Wasserleitungen

Gemäss SVGW-Richtlinie W4, Teil 2 wird empfohlen, Verweilzeiten im Rohrnetz von unter 72 Stunden anzustreben. Infolge des relativ grossen Wasserverbrauchs in Vaduz (Tourismus und Dienstleistungsbetriebe) und der zusätzlichen Wasserabgabe an Nachbarversorgungen ergeben sich in Vaduz im Durchschnitt nur Aufenthaltszeiten von ca. 12 Stunden, inkl. der Quellableitung von Malbun.

Auch wenn die durchschnittliche Aufenthaltszeit im Gesamtnetz unkritisch ist, können bei einzelnen Leitungsabschnitten zu lange Aufenthaltszeiten auftreten.

Um Stagnation zu vermeiden, soll die minimale Fließgeschwindigkeit von 0.005 m/s beim mittleren Stundenfluss eingehalten werden. Bei Unterschreiten dieser Grenzwertgeschwindigkeit müssen Massnahmen wie Stetslauf, Bau eines Brunnens oder Spülungen vorgenommen werden.

Der Stagnationsfall ist mit einer separaten hydraulischen Berechnung bearbeitet und die kritischen Leitungsabschnitte sind aufgezeigt worden. Dies wurde bei der vorgesehenen Ergänzung des Leitungsnetzes berücksichtigt.

Um die aktuelle Situation zu verbessern soll ein Spülplan, mit Auflistung der kritischen Leitungsabschnitte erstellt werden.

Interpretation Hausanschlussleitungen

Bei Annahme eines Jahresverbrauchs von 150 m³ pro Jahr für ein Einfamilienhaus und einem Hausanschluss DN 63/51 mm mit 20 m Länge ergibt sich eine Aufenthaltszeit in der Hausanschlussleitung von ca. 2.5 Stunden. Bei Anschlüssen mit grösseren Verbräuchen (Mehrfamilienhäuser und Gewerbebetriebe) ergeben sich kürzere Aufenthaltszeiten.

Die Aufenthaltszeiten in den Hausanschlussleitungen sind also i.d.R. unkritisch. Die Fliessgeschwindigkeiten sind jedoch relativ klein, was den Wasseraustausch einschränkt.

Durch die empfohlene Bemessung von Hausanschlussleitung (siehe Kap. 6.6.2) und den damit geringeren Durchmessern erhöht sich die Fliessgeschwindigkeit und vermindert die Stagnation.

6.6.5 Ausbau des Leitungsnetzes bis zum Planungsziel Z2 (2050)

Die projektierten Leitungen wurden anhand der Netzberechnung sowie in Absprache mit der Wasserversorgung Vaduz festgelegt. Sie sind im Plan Nr. 110067 / G02, Projektplan 1:4'000 eingezeichnet.

Die Anlagen des feinmaschigen Versorgungsnetzes ergeben sich aus Überlegungen einer möglichst wirtschaftlichen und versorgungssicheren Erschliessung der Baugebiete und sollen insbesondere auch den Anforderungen des Brandschutzes genügen.

In der Regel sind Versorgungsleitungen entlang von Erschliessungsstrassen anzulegen. Genauere Angaben über Linienführungen sind daher nur dort möglich, wo Baulandumlegungen vorhanden oder geplant sind. Wasserversorgungsleitungen sollten in der Regel nur in öffentlichem Grund verlegt werden. Versorgungsleitungen im Privatgrund führen mittelfristig zu Problemen bei der Zugänglichkeit und zu hohen Kosten bei Rohrbrüchen.

Seit ca. 20 Jahren hat der Bedarf an Sprinkleranlagen bei öffentlichen Gebäuden sowie bei Industrie und Gewerbe laufend zugenommen. Sprinkleranlagen brauchen im Bedarfsfall relativ viel Wasser, wobei die Druckverluste möglichst gering bleiben sollten. Die Gemeinde Vaduz sollte dort wo möglich die hydraulischen Grundlagen zur Wasserlieferung schaffen, damit Sprinkleranlagen betrieben werden können und damit die Standortattraktivität der Industrie- und Gewerbezone erhalten bleibt.

Im Folgenden beschränken wir uns auf die Auflistung der wichtigsten Anpassungen am GWP. Die Massnahmen werden pauschal zusammengefasst, die detaillierten Massnahmen können aus dem Projektplan entnommen werden.

Wasserleitungen GWO Vaduz

- Neubau Transportleitung Binnenkanal, Neufeld bis Schaanerstrasse, DN 300 mm
- Vergrösserung der Transportleitung Schaanerstrasse, DN 300 mm
- Neubau Anschlussleitungen proj. Grundwasserpumpwerk Neufeld
- Erneuerung der Zubringerleitung von Schaan, DN 400 mm

Wasserleitungen Gemeinde

- Schliessen von diversen hydraulischen Ringschlüssen als Hauptleitung DN 150 mm.
- Schliessen von diversen Versorgungsleitungen DN 100 bis 125 mm als Ringschlüsse, welche heute Sackleitungen sind. Dabei soll nachgewiesen werden, dass der Durchsatz verbessert wird und die Versorgungssicherheit massgeblich erhöht wird.

Zusammenstellung projektierte Wasserleitungen

Durchmesser	Leitungslängen in m		Total GWO und Gde.
	GWO Verbandsanlage	Gemeindeleitungen	
100		2'102	2'102
125		209	209
150		3'630	3'630
200	190	299	489
250	177		177
300	1'730		1'730
Total	2'097	6'240	8'337

Nur Versorgungsleitungen, Hauptleitungen, Zubringerleitungen und Fernwasserleitungen (Ohne Anschlussleitungen usw.). Ohne Leitungen Private, Triesen und Schaan. Stand 2021.

Tabelle 55 Zusammenstellung projektierte Wasserleitungen

6.6.6 Übergabeschächte

Die Übergabeschächte mit Triesen und Triesenberg sind vorhanden. Für den Wasseraustausch mit Schaan wird kurzfristig folgendes Bauwerk erforderlich.

Stufenpumpwerk Mühleholz, Vaduz-Schaan

Das bestehende Stufenpumpwerk Mühleholz ist sanierungsbedürftig und befindet sich an einem ungeeigneten Standort im Gebäude des Gymnasiums. Zudem soll das Stufenpumpwerk mit Pumpen in Richtung Schaan erweitert werden, um grössere Wassermengen nach Schaan ableiten zu können.

Das neue Stufenpumpwerk soll am Standort des ehemaligen Abwasserpumpwerks Schwimmbad beim Schwimmbadweg erstellt werden.

6.7 Fernwirkanlagen und Betriebswarte

6.7.1 Betriebswarte mit Prozessleitsystem

Um wieder auf den Stand der Technik zu kommen sind in den letzten Jahren an der Fernwirkzentrale bzw. am Prozessleitsystem auf der Betriebswarte Vaduz diverse Anpassungen, Ergänzungen und Up-

dates ausgeführt worden. Ausserdem werden seither neue Möglichkeiten genutzt; so z.B. die Fernabfrage mittels Laptop. Das PLS wurde im Jahre 2018 auf den neuesten Stand gebracht.

Mit der Realisierung der wenigen noch notwendigen Wasserversorgungsanlagen in kommenden Jahrzehnten wird es notwendig werden, diese Neuanlagen in das Prozessleitsystem zu integrieren.

Die rasende Entwicklung im Hard- und Software-Bereich macht auch auf dem Gebiet von Wasserversorgungs-Überwachungen nicht Halt. Was heute topaktuell ist kann schon in wenigen Jahren „veraltet“ und nicht ersetzbar sein. Um auf dem Stand der Technik zu bleiben, werden am Prozessleitsystem dauernd Anpassungen, Ergänzungen und Updates von Nöten sein.

6.7.2 Wassermessung

Die ins Netz eingespiesene Wassermenge, der Bezug und die Abgabe nach Triesen, Triesenberg und Schaan sollen online gemessen werden und im Prozessleitsystem ausgewertet werden. Dies ist mit Ausnahme der kleineren Bezüge ab der Transportleitung Malbun nach Vaduz bereits heute der Fall.

Diese Messungen dienen der Erfassung einer umfassenden Wasserverbrauchsstatistik, und sie sind auch bei der Lecksuche im Netz vielfach hilfreich.

Zudem sind zusätzliche Messtellen im Netz, sogenannte Messschleusen eingebaut worden, um die Lecksuche zu verfeinern. Der Einbau zusätzlicher Messschleusen ist zu prüfen.

6.7.3 Datenerfassung und Auswertung

Was für das Prozessleitsystem gilt, ist grundsätzlich auch für die Datenerfassung und Auswertung zutreffend.

Die Datenerfassung und -auswertung soll gemäss der SVGW-Empfehlung W1014 erfolgen.

6.7.4 Massnahmen in den Aussenstationen

Zur Zeit sind in den bestehenden Aussenstationen keine Massnahmen abzusehen, wobei die Bemerkungen in Kap. 6.7.1 auch für die Aussenstationen zutreffen.

6.7.5 Steuer – und Fernmeldekabel

Für die Steuer- und Fernmeldekabel ist folgendes Konzept vorgesehen:

- Für die Abwasser- und Wasserversorgungsanlagen sind in den letzten Jahren grösstenteils getrennte Steuerkabelnetze erstellt worden. Die Abwasserdaten aus Triesenberg werden weiterhin über das gemeinsame Steuerkabel nach Vaduz geleitet.
- Das Steuerkabelnetz für die Wasserversorgung kann grundsätzlich in den nächsten Jahren weiterhin auf der Kupfertechnik verbleiben, da das vorhandene Netz geschwindigkeitsmässig und kapazitätsmässig zurzeit ausreicht, um die benötigten Daten zu übertragen. Auf der Strecke Malbun-Vaduz wird mit dem Kupferkabel auch elektrische Spannung für die Versorgung der Messschächte usw. übertragen. Bei einem Wechsel auf Glasfaserkabel müsste auch ein Stromkabel mitverlegt werden.
- In Koordination mit der Gemeinde Triesen werden die kurzen Teilstücke zwischen den Bauwerken Grundwasserpumpwerk Neugut, Stufenpumpwerk/Übergabeschacht Lova und Übergabeschacht

Binnenkanal kurzfristig auf die Glasfasertechnik umgestellt, damit keine doppelten Kabelführungen betrieben werden müssen.

- In einem noch zu bestimmenden Zeitpunkt in der Zukunft, z.B. wenn ein Austausch der Kupferkabel ansteht oder zusätzliche Datenmengen übertragen werden müssen, wird die Umstellung auf die Glasfasertechnik erfolgen.
- Folgende Verbindungen mit Kabelschutzrohren sollen erstellt werden:
 - Gleichzeitig mit der Erstellung der Wassertransportleitungen im Bereich Vaduz Nord sollen Kabelschutzrohre verlegt werden.
 - Bei den nächsten Bauarbeiten in der Kirchstrasse soll ein Kabelschutzrohr verlegt werden. In diesem Bereich ist ein Kabelschutzrohr für die Abwasseranlagen vorhanden.
- Mit den vorhandenen Steuerkabelverbindungen und dem vorhandenen Kabelschutzrohr entlang dem Binnenkanal können in Zukunft direkte Glasfaserverbindungen zwischen den wesentlichen Bauwerken realisiert werden.
- Gleichzeitig mit der Umstellung von Kupfer- auf Glasfasertechnik müssen auch die Datenübertragungsmodems ausgewechselt werden.

Die bestehenden Steuerkabel sowie die bestehenden und vorgesehenen Kabelschutzrohre sind aus dem Steuerkabelplan ersichtlich.

7 Notstandswasserversorgung

Wasser soll auch in Notstandszeiten in trinkbarer Qualität und in ausreichender Menge an die Bevölkerung abgegeben werden können.

Als Grundlage für die Planung der Notstandsmassnahmen soll die Schweizerische Verordnung zur Sicherstellung der Trinkwasserversorgung in schweren Mangellagen (VTM) von 2020, welche die Schweizerische Verordnung über die Sicherstellung der Trinkwasserversorgung in Notlagen (VTN) von 1991 ersetzt hat, dienen.

Unter Notlagen versteht man einen Zustand, in dem die normale Versorgung mit einwandfreiem Trinkwasser erheblich gefährdet, eingeschränkt oder unmöglich ist.

Für alle GWO Gemeinden gibt es Ernstfalldokumentation „Trinkwasserversorgung in Notlagen“ aus dem Jahr 2003. Diese Dokumentation ist im Frühjahr 2012 überarbeitet und an die SVGW Wegleitung W/VN 300 „Wegleitung für die Planung und Realisierung der Trinkwasserversorgung in Notlagen (TWN)“ von 2007 angepasst worden. In Zusammenarbeit mit allen Wasserversorger in Liechtenstein und dem ABS wird die Ernstfalldokumentation zurzeit aktualisiert. (Die nachfolgenden Zahlen beziehen sich noch auf die Ernstfalldokumentation der GWO von 2012).

7.1 Ursachen von Notstandsfällen

Von einem Notstand sprechen wir dann, wenn die normale Wasserversorgung nicht mehr gewährleistet werden kann. Dies kann als Folge von Unglücksfällen, Naturkatastrophen, Sabotageakten oder kriegerischen Handlungen der Fall sein.

Unglücksfälle

Hier sind vor allem der Verkehr und die Lagerung von wassergefährdenden Flüssigkeiten zu nennen. Aber auch Abwasser oder Gifte können die Trinkwasserversorgung gefährden. Ausfälle der Stromversorgung sind ebenfalls bei den Unglücksfällen einzuordnen.

Naturkatastrophen

Störungen wie Unwetter, Überschwemmungen und Erdbeben betreffen meist nur einzelne Teile der Wasserversorgung. Langanhaltende Trockenperioden können lokal ebenfalls zu Engpässen führen.

Sabotageakte

Als Sabotageakte sind vorsätzliche Handlungen anzusehen, welche zur Verunreinigung des Wassers oder Zerstörung von Versorgungsanlagen führen.

Kriegerische Akte

Durch Kampfhandlungen können Versorgungsanlagen besetzt, beschädigt oder zerstört werden. Beim Einsatz von ABC-Kampfstoffen (atomare, biologische und chemische Kampfstoffe) ist darüber hinaus mit Verstrahlung, Verseuchung und Vergiftung grösserer Gebiete und dabei insbesondere des Oberflächenwassers zu rechnen. Das Grundwasser in grösseren Tiefen ist weniger gefährdet.

7.2 Planung der Notstandsmassnahmen

Dank dem guten Verbundnetz innerhalb der GWO-Gemeinden und durch den Zusammenschluss mit der WLU sowie durch eine konsequente und qualitativ hochwertige Fassung von Quellen und durch eine grosszügige Bemessung der Grundwasserpumpwerke, können Engpässe in einzelnen Gemeinden ausgeglichen werden. Die Notstandswasserversorgung wird daher erst in ganz extremen Situationen, wie grossflächige Grundwasserverunreinigung, starkes Erdbeben oder bei kriegerischen Handlungen, zum Tragen kommen. Grundlagen für diese Planung sind:

- CH-Bundesgesetz über die wirtschaftliche Landesversorgung vom 8. Oktober 1982 (Landesversorgungsgesetz, LVG); aufgrund des Zollvertrags auch im FL gültig.
- CH-Verordnung über die Sicherstellung der Trinkwasserversorgung in schweren Mangellagen (VTM, 2020; aufgrund des Zollvertrags auch im FL gültig.
- SVGW Empfehlung Nr. 1012; Wegleitung für die Planung und Realisierung der Trinkwasserversorgung in Notlagen (TWN), 2007.
- FL- Bevölkerungsschutzgesetz, 2007
- FL-Gemeindegesezt, 1996

7.2.1 Wasserbedarf für die Notstandsversorgung

Für eine Notstandswasserversorgung aus netzunabhängigen Einzelbrunnen (Grund- oder Quellwasser) ist mit 15 Liter pro Einwohner und Tag zu rechnen.

Für eine Notstandswasserversorgung über das Versorgungsnetz ist mit einem Bedarf von 100 Liter pro Einwohner und Tag zu rechnen.

Zuschläge sind zu machen für:

- Sanitätsdienstliche Installationen ca. 200 bzw. 100 Liter pro Bett und Tag
- Nutztiere: 60 Liter pro Grossvieheinheit und Tag.
- Betriebe, deren Weiterführung lebenswichtig ist.

Gemäss dem GWP der GWO 2012 und der laufenden Überarbeitung der Ernstfalldokumentation ergibt sich in etwa folgender Wasserbedarf im GWO-Gebiet:

Normale Netzversorgung

Der uneingeschränkte Wasserbedarf beträgt im Planungsziel Z1 (2030)

Verbraucher	Anzahl	Spezifischer Bedarf [l / Tag]	Bedarf [m ³ / Tag]
Bevölkerung *1	28'100	490	14'000
Industrie *2			7'000
TOTAL			20'000

*1 Bevölkerung inkl. Haushalt, Gewerbe, öffentlicher Bedarf, Netzverlust, etc.

*2 Industrie ohne Selbstversorger

Tabelle 56 Notversorgung; Wasserbedarf bei normaler Netzversorgung

Normale Netz-Versorgung [m³/d]

	2030 (Z1) [m ³ / Tag]	2050 (Z2) [m ³ / Tag]
Balzers	5'370	6'330
Triesen	2'980	4'000
Triesenberg	1'380	1'790
Vaduz	4'020	4'760
Schaan	6'550	8'820
GWO	20'300	25'700

Tabelle 57 Notversorgung; Prognose Wasserbedarf bei normaler Netzversorgung

Eingeschränkte Netzversorgung

Die öffentliche Wasserversorgung weist noch Störungen auf, die nur einen eingeschränkten Netzbetrieb erlauben. Gegenüber dem Normalbetrieb kann das Wasser nicht dauernd in ausreichender Menge abgegeben werden.

Wasserbedarf (am öffentlichen Netz angeschlossene Bezüger)

Verbraucher	Anzahl	Spezifischer Bedarf [l / Tag]	Bedarf [m ³ / Tag]
Einwohner	29'000	100	2'900
Krankbetten	400	200	80
Grossvieheinheiten	4'000	60	240
Lebenswichtige Betriebe(?)			280
TOTAL			3'500

Tabelle 58 Notversorgung; Wasserbedarf bei eingeschränkter Netzversorgung

Eingeschränkte Netz-Versorgung [m³/d]

	2030 (Z1) [l / Tag]	2050 (Z2) [l / Tag]
Balzers	740	880
Triesen	780	980
Triesenberg	410	460
Vaduz	730	830
Schaan	840	980
GWO	3'500	4'130

Tabelle 59 Notversorgung; Prognose Wasserbedarf bei eingeschränkter Netzversorgung

Unterbrochene Netzversorgung

Die öffentliche Wasserversorgung ist total ausgefallen. Die Wasserversorgung leitet im Bedarfsfall gemeinsam mit der örtlichen Katastrophenorganisation den Aufbau einer Notwasserversorgung ein. Grundsätzlich muss das Wasser an den Abgabestellen abgeholt werden.

Wasserbedarf

Verbraucher	Anzahl	Spezifischer Bedarf [l / Tag]	Bedarf [m ³ / Tag]
Einwohner	29'000	15	435
Krankenbetten (neu?)	400	200	80
Grossvieheinheiten	4'000	60	240
Lebenswichtige Betriebe(?)			245
TOTAL			1'000

Tabelle 60 Notversorgung; Wasserbedarf bei unterbrochener Netzversorgung

Unterbrochene Netz-Versorgung [m³/d] (ab dem 6. Tag)

	2030 (Z1)	2050 (Z2)
Balzers	230	270
Triesen	210	260
Triesenberg	140	170
Vaduz	200	240
Schaan	220	260
GWO	1'000	1'200

Tabelle 61 Notversorgung; Prognose Wasserbedarf bei unterbrochener Netzversorgung

Brandfall

Der Wasserbedarf zur Brandbekämpfung kann vielfach in Notstandszeiten durch die öffentliche Wasserversorgung nicht mehr sichergestellt werden. Es ist deshalb eine weitgehende Deckung des Löschwasserbedarfs aus netzunabhängigen Feuerlöschanlagen wie Brunnen, Teichen oder Oberflächenwasser anzustreben.

7.2.2 Wassergewinnung in Notstandslagen

Für die Notstandswasserversorgung wichtig ist eine dezentralisierte Wassergewinnung. Dabei sind vor allem Quellen, deren Wasser nicht gepumpt werden muss sehr wertvoll.

Die für die Normalversorgung nicht genutzten Quellfassungen Efiplanken- und Tännlegartaquellen, Schaan, teilweise Litzenenquellen, Triesen, Masescha- und Teufiquellen, Triesenberg, Gafleiquellen usw.) erlangen dann ebenfalls zentrale Bedeutung und sollten im Hinblick auf die Notstandswasserversorgung instand gehalten werden.

Wasserdargebot (bestehende Anlagen)

Unter der Annahme einer intakten Stromversorgung ist innerhalb der GWO folgendes Wasserdargebot vorhanden:

Wassergewinnungsstelle	Ergiebigkeit [l / s]	Angebot [m ³ / Tag]
Quellen, Minimumertrag	ca. 52 l/s,	4'500
Grundwasserpumpwerke	20 h - Betrieb	
Pumpwerk Rheinau, Balzers	100 l/s	7'200
Pumpwerk Heilos, Balzers / Triesen	100 l/s	7'200
Pumpwerk Neugut, Vaduz (bei Bedarf 45 l/s)	30 l/s	2'200
Pumpwerk Wiesen, Schaan / Vaduz	80 l/s	7'200
Pumpwerk Unterau, Schaan	80 l/s	5'700
Total		34'000

Tabelle 62 Notversorgung; Wasserdargebot (bestehende Anlagen)

Wasserdargebot (bei Stromausfall), Minimalertrag

Wenn kein Strom zur Verfügung steht und die Quellen (Normalversorgung) intakt sind, kann nachstehende Trinkwassermenge gefasst und ins Netz oder an Brunnen eingespiessen werden.

Wassergewinnungsstelle	Ergiebigkeit [l / s]	Angebot [m ³ / Tag]
Quellen Balzers	Total ca. 2.5 l/s	216
Wiesli	ca. 1.4 l/s	
Köpf	ca. 1.1 l/s	
Quellen Triesen	Total ca. 14.3 l/s	1'231
Dorfgebiet / Litzenen	ca. 8.7 l/s	
Badtobel	ca. 5.6 l/s	
Quellen Triesenberg	Total ca. 13.0 l/s	1'123
Balischguad und Brunnen	ca. 3.3 l/s	
Bergwald	ca. 1.6 l/s	
Bleika	ca. 3.9 l/s	
Rietern (Pumpe erforderlich)	ca. 2.0 l/s	
Wasserchöpf, Malbun	ca. 2.2 l/s	
Kemma, Malbun (Pumpe erforderlich)		
Quellen Vaduz	Total ca. 19 l/s	1'643
Schneeflucht Malbun	ca. 19 l/s	

Quellen Schaan	Total ca. 3.5 l/s	302
Wisseler und Rudabach	ca. 3.5 l/s	
Efiplanken (z.Z. nicht am öffentlichen Netz)		
Total Quellen GWO	ca. 52.3 l/s	4'515

Tabelle 63 Notversorgung; Wasserdargebot (bei Stromausfall), Minimalertrag

7.2.3 Wasserbilanz

Ausreichende Trinkwasserqualität vorausgesetzt, wäre der geforderte Wasserbedarf für eine Notversorgung nur mit Quellwasser sowohl im Planungsziel Z1 als auch im Planungsziel Z2, auch bei der Netzversorgung (höhere Versorgungsmenge), gedeckt.

Da einzelne Verbandsgemeinden sehr viel und andere wiederum sehr wenig Quellwasser haben, ist für die Notstandsversorgung nicht die Quellwassergewinnung sondern die Verteilung (Verbund) entscheidend. Die getätigten Anstrengungen seit der letzten GWO GWP Überarbeitung zahlen sich künftig hierbei aus.

Die folgenden Notbrunnen und evtl. die privaten Brunnen können in Notstandssituationen mit mobilen Pumpen ausgerüstet und für die Wasserförderung verwendet werden. Voraussetzung ist allerdings, dass das Wasser einwandfrei ist:

Notbrunnen Swarovski, PW Hoval (privat), Kieswerk Triesen (privat), Notbrunnen Mühleholz (Schwimmbad), PW Hilcona (privat), Notbrunnen Wiesen.

7.2.4 Energieversorgung in Notstandslagen

Das Quellwasser muss mit Ausnahme der Rietern Quellen Steg und Kemma Malbun nicht gepumpt werden. Bezüglich der Energieversorgung sind deshalb keine Vorsorgemassnahmen zu treffen. Bei Bedarf könnte das Rietern Pumpwerk auch mit einer mobilen Notstromgruppe betrieben werden.

Durch ein gutes Verbundnetz und auch durch den Anschluss an die realisierte Verbindung mit der WLU kann der Ausfall eines beliebigen GWO- und WLU-Pumpwerkes verkraftet werden.

Zu beachten ist, dass die UV-Entkeimungsanlagen ebenfalls Strom benötigen.

UV-Entkeimungsanlagen können auch über mobile Notstromaggregate betrieben werden. Die wichtigen Anlagen sollen entsprechend ausgerüstet werden.

Die Details werden in der laufenden Überarbeitung der Ernstfalldokumentation festgelegt.

7.2.5 Bauliche Sicherung der Versorgungsanlagen

Die Wasserleitungen sind wegen der unterirdischen Verlegung relativ gut geschützt. Reservoirs und Pumpwerke sollten nicht frei zugänglich sein. Um Wasserverunreinigung über die Aussenluft zu verhindern, muss ein geschlossenes Lüftungssystem mit Filter in den Reservoirs vorhanden sein. Dies gilt auch sinngemäss für Quellfassungen, Brunnenstuben und Grundwasserpumpwerke.

7.2.6 Wasserverteilung in Notstandslagen

Sind die Leitungen zerstört, so sind zur Wasserverteilung Tankwagen und "fliegende Leitungen" möglich. Fliegende Leitungen sind bei den Wasserwerken vorhanden. Die Wasserverteilung sollte somit gewährleistet werden können. Allenfalls sind Verteilanlagen für die mobile Verteilung bereitzuhalten.

Die Feuerwehr besitzt Motorspritzen, so dass bei einem Ausfall der Wasserversorgung über das Netz Brände mit Bachwasser bekämpft werden können.

7.2.7 Wassergüte in Notstandslagen

Bei Gefahr von Wasserverunreinigungen sind vermehrt Qualitätsuntersuchungen des Wassers vorzunehmen. Das Wasser muss im Notfall entkeimt werden können. Die Entgiftung von Wasser ist sehr aufwendig und im Hinblick auf die vielfach unbekannt Zusammensetzung der Gifte äusserst problematisch. Zu diesem Problemkreis ist auf Landesebene eine Lösung zu suchen.

Die Details werden in der laufenden Überarbeitung der Ernstfalldokumentation festgelegt.

Zur Vermeidung von Seuchen ist dem Zusammenhang Wasserversorgung - Abwasser - Gewässerreinigung vermehrte Aufmerksamkeit zu schenken.

7.2.8 Organisation der Notstandsmassnahmen

Die Notstandsmassnahmen (Wasserlagerung, Verteilanlagen, Entkeimungsmittel usw.) sind für jede Verbandsgemeinde in der erwähnten Ernstfalldokumentation zum Thema „Trinkwasserversorgung in Notlagen“ (TWN) und in den Unterlagen des Qualitätssicherungssystems (QS) dokumentiert.

Die Massnahmen sind im Ernstfall mit dem Amt für Bevölkerungsschutz und der Landesversorgung zu koordinieren.

8 Grund- und Quellwasserschutz

8.1 Zweck

Die Schutzzonen (für Grund- und Quellwasser) bezwecken generell den Schutz von bestehenden Fassungen oder Grundwasseranreicherungsanlagen. Um den Schutz des Wassers sichern und auch durchsetzen zu können, ist es wichtig, dass die Schutzzonen rechtskräftig sind. Für projektierte Anlagen, deren Ausbau „in absehbarer Zeit“ erfolgen wird, sollen mindestens die Schutzareale rechtskräftig ausgeschieden werden.

Damit zum Schutz einer Fassung gestaffelte Massnahmen angeordnet werden können, wird die Schutzzone in die Zonen S1, S2 und S3 unterteilt.

Zone S1 (Fassungsbereich) soll verhindern, dass:

- Verunreinigungen direkt in die Fassung gelangen
- die Fassungsanlage durch Eingriffe beschädigt oder gar zerstört wird

Die Zone S1 umfasst die unmittelbare Umgebung einer Trinkwasserfassung. Sie sollte im Besitz des Fassungsinhabers sein und eingezäunt werden.

Zone S2 (engere Schutzzone) soll verhindern, dass:

- Keime und Viren sowie abbaubare Stoffe wie Benzin oder Mineralöl in die Grundwasserfassung gelangen
- das Grundwasser durch Grabungen und unterirdische Arbeiten verunreinigt oder die natürliche Filterwirkung des Bodens und des Untergrundes verringert wird
- Schadstoffe rasch und in hoher Konzentration in die Fassung gelangen können
- Der Grundwasserzufluss durch unterirdische Anlagen behindert wird

Zone S3 (weitere Schutzzone) bildet eine Pufferzone um die Zone S2.

Sie gewährleistet den Schutz vor Anlagen und Tätigkeiten, die ein besonderes Risiko für das Grundwasser bedeuten (z.B. Materialabbau, Gewerbe- und Industriebetriebe) und soll es ermöglichen, dass bei unmittelbar drohender Gefahr (z.B. bei einem Unfall mit einem Gefahrgut) für die erforderlichen Interventions- oder Sanierungsmassnahmen genügend Zeit und Raum zur Verfügung stehen.

Grundwasserschutzareale

Sind oder werden zum Schutz von zukünftigen Fassungen ausgeschieden, bei welchen der genaue Standort noch nicht festgelegt werden kann. Die Areale sollen die Erstellung von Bauten, die gemäss der Schutzzone S2 verboten sind, verhindern. Sie können praktisch ohne Einschränkungen landwirtschaftlich genutzt werden.

Grundwasserschutzgebiete

Dienen dem grossflächigen Schutz der Grundwasservorkommen in Menge und Qualität (vgl. Verordnung LGBl. 1988 Nr. 60).

Gewässerschutzbereich Au

Der Gewässerschutzbereich A_v bezeichnet jene Gebiete, wo im Untergrund genutzte und von ihrer Menge und Güte her für die Trinkwassernutzung potentiell geeignete Grundwasservorkommen vorhanden sind. Die allfällige Nutzung für die Wasserversorgung in Notsituationen ist dabei ebenfalls zu berücksichtigen. Die Beurteilung der Nutzbarkeit eines Grundwasservorkommens orientiert sich gemäss Wegleitung Grundwasserschutz des BUWAL einzig an den natürlichen Gegebenheiten und ist unabhängig von bereits bestehenden anthropogenen Gefährdungen des Grundwassers oder von planungs- oder nutzungspolitischen Entscheiden.

8.2 Wichtigste Nutzungsbeschränkungen

Je nach örtlichen Gegebenheiten müssen die in den einzelnen Zonen zulässigen Nutzungen, resp. notwendigen Nutzungsbeschränkungen in einer Schutzzonenverordnung detailliert geregelt werden. Diese Schutzzonenverordnungen sind für die Quell- und Grundwasserfassungen der GWO nur zum Teil rechtskräftig erlassen.

Im Folgenden sind nur die wichtigsten Nutzungsbeschränkungen aufgeführt:

Zone S3

Keine Ausbeutung von Kies, Sand und anderem Material; keine Deponien; keine industriellen und gewerblichen Betriebe, von denen eine Gefahr für das Grundwasser ausgeht; keine Einbauten unter den höchsten Grundwasserspiegel.

Zone S2

Zusätzlich zu den Massnahmen in S3: Bauverbot (Ausnahmen möglich); keine Grabungen und Terrainveränderungen; keine Tätigkeiten, die das Trinkwasser quantitativ oder qualitativ beeinträchtigen können; keine mobilen und persistenten Pflanzenschutzmittel; kein flüssiger Hofdünger (Ausnahmen möglich).

Zone S1

Zulässig sind nur Tätigkeiten, die der Trinkwassernutzung dienen.

Grundwasserschutzareale

Es gelten dieselben Nutzungsbeschränkungen wie in der Zone S3, namentlich ein generelles Bauverbot. Die Verwendung von Pflanzenschutzmitteln und Düngern, ist dagegen nicht speziell eingeschränkt.

Grundwasserschutzgebiete

Die Nutzungsbeschränkungen sind in der rechtskräftigen Verordnung vom 20. September 1988 zum Schutze des Grundwassers (LGBL 1988 Nr. 60) geregelt. Nachfolgend ist Art. 3 der erwähnten Verordnung zitiert:

- 1) *In den Wasserschutzgebieten sind alle Vorkehrungen, die der Menge und Güte der Grundwasservorkommen nachteilig sind oder die die öffentliche Wasserversorgung gefährden können, verboten.*
- 2) *Es ist insbesondere verboten:*
 - a) *Bauten und Anlagen mit Abwasseranfall zu erstellen;*
 - b) *Tankleitungen, Rohrleitungen und Umschlagplätze für flüssige Brenn und Treibstoffe zu erstellen;*
 - c) *Grundwasser-, Wärmepumpen- und Erdsondenanlagen zu erstellen;*
 - d) *Abwasserleitungen zu verlegen;*
 - e) *Kiesgruben anzulegen;*
 - f) *Deponien, mit Ausnahme solcher für unverschmutztes Aushubmaterial, zu erstellen;*
 - g) *Grabungen und Sondierungen mit Tiefen grösser als 2m ab natürlichen Terrain vorzunehmen.*
- 3) *Vom Verbot ausgenommen sind Bauten und Anlagen für landwirtschaftliche Zwecke, Umbauten, sofern dadurch keine Gefährdung oder andere Beeinträchtigung des Grundwassers zu befürchten ist, sowie Bauten und Anlagen mit überwiegendem öffentlichen Interesse und deren Standortgebundenheit nachgewiesen ist.*

Gewässerschutzbereich A_u

Keine Nutzungsbeschränkungen

8.3 Ausscheidung der Schutzzonen

Die Ausscheidung der Grundwasserschutzzone soll anhand der Schweizerischen "Wegleitung Grundwasserschutz" des Bundesamtes für Umwelt, Wald und Landschaft BUWAL 2004, erfolgen. Vor 2004 ausgeschiedene Grundwasserschutzzone bzw. deren Schutzzoneverordnungen sollten aufgrund der neuen Wegleitung überprüft und nötigenfalls angepasst werden.

Die Grundwasserschutzzone beziehen sich auf alle Wasserfassungen, also auch auf Quelfassungen.

8.4 Situation in Vaduz

8.4.1 Schutzzonen

Schutzzonen bei den Grundwasserpumpwerken			
GWP Wiesen	Schaan / Vaduz	rechtskräftig	LGBL 2000 Nr. 228
GWP Neugut	Vaduz	rechtskräftig	LGBL 2011 Nr. 71

Schutzzonen bei den Quelfassungen			
Schneeflucht Malbun	Vaduz	rechtskräftig	LGBL 1994 Nr. 3
Schneeflucht Malbun	Vaduz	Vorgesehen	(für Neufassungen)
Aslamager	Vaduz (Malbun)	Vorgesehen	

Tabelle 64 Schutzzonen

8.4.2 Areale

Schutzareale bei den geplanten Grundwasserpumpwerken			
GWP Neufeld	Vaduz	rechtskräftig	LGBL 2011 Nr. 70
GWP Neugut ¹⁾	Vaduz	vorgesehen	(Optionale Erhöhung der Grundwassergewinnung.)

¹⁾ Die Grundwassergewinnung im Gebiet Neugut könnte durch eine weitere Fassung nördlich des bestehenden Brunnens erhöht werden. Die aktuelle Grundwasser-Schutzzonierung berücksichtigt eine solche Erweiterung nicht. Für eine künftige Erhöhung der Grundwassernutzung wird vorgeschlagen, nördlich des bestehenden Schutzzonenperimeters bis zum Neugutweg ein Grundwasserschutzareal auszuscheiden.

8.5 Konflikte mit anderen Nutzungen

Grundwasserschutzzonen dienen dazu, Trinkwassergewinnungsanlagen und das Grundwasser unmittelbar vor seiner Gewinnung als Trinkwasser vor Beeinträchtigungen zu schützen. Grundwasserschutzzonen und -areale stellen ein wirksames planerisches Schutzinstrument dar. Die Nutzungen innerhalb dieser Bereiche sind eingeschränkt.

Es gibt jedoch auch andere Interessensgruppen, welche Anspruch auf denselben Raum haben. Aufgrund der Wichtigkeit der Trinkwasserversorgung werden die Gebiete rechtlich gesichert und in den Richt- und Zonenplänen dargestellt.

8.5.1 Aufweitung Rhein

Gemäss dem Entwicklungskonzept Alpenrhein, welches 2005 von den Regierungen der Kantone St. Gallen, Graubünden, Fürstentum Liechtenstein und Vorarlberg verabschiedet wurde, soll der Rhein an verschiedenen Stellen aufgeweitet und revitalisiert werden. Diese Aufweitungen stehen teilweise im Interessenskonflikt mit den bestehenden und vorgesehenen Grundwasserschutzzonen. Von den im Landesrichtplan dargestellten „Massnahmen Revitalisierung Alpenrhein“ sind insbesondere die Bereiche Rheinau, Balzers und Neufeld, Vaduz betroffen.

Die Revitalisierungen des Alpenrheins sind teilweise auch in den Gemeinderichtplänen der Gemeinden enthalten.

Die Grundwasserschutzzonen und –Areele sind ebenfalls in den Richtplanungen auf Landes- und Gemeindeebene enthalten. Zudem sind sie in den Richt- und Zonenplänen der Gemeinden enthalten und mittels Verordnungen rechtlich gesichert.

Im Falle von allfälligen Revitalisierungen des Alpenrheins müssen die Interessen der Wasserversorgung mit hoher Priorität berücksichtigt werden. Dabei gilt es zu berücksichtigen, dass der Rhein hydraulisch an das Grundwasser angeschlossen ist, d.h. der Grundwasserträger exfiltriert bei tiefen Abflusspegeln

im Rhein ins Gewässer und bei mittlerem und hohem Abflusspegel im Rhein infiltriert der Rhein ins Grundwasser. In einer solchen hydrogeologischen Situation ist eine Fließgewässer-Revitalisierung im Perimeter eines Grundwasserschutzareals grundsätzlich nicht möglich. In Ausnahmefällen kann die Gewässerschutzbehörde (AU) eine Bewilligung erteilen, wenn Lage und Ausdehnung der künftigen Schutz-zonen (S1, S2, S3) und damit auch die Situierung der künftigen Fassungen verbindlich festgelegt werden und nachgewiesen werden kann, dass die Revitalisierung ausserhalb der Schutzzonen S1 und S2 liegt.

Sollten im GWP definierte und mittels Schutzarealen gesicherte Standorte für künftige Grundwasser-pumpwerke aufgrund von höher gewichteten Nutzungsinteressen aufgelassen werden, so ist ein gleich-wertiger Ersatz (Menge und Güte) zu schaffen, sei dies an neu zu definierenden Standorten oder durch eine Kapazitätserhöhung resp. Gebietsarrondierung / -erweiterung an bestehenden Standorten.

Mit dem IRKA Grundwassermodell Alpenrhein steht neuerdings ein regionales 2D-Modell für den Grund-wasserleiter des Rheintals zur Verfügung, das für Detailfragen lokal zu einem 3D-Modell erweitert wer-den kann. Dieses kann für solche Fragestellungen und weitergehende Potentialanalysen wichtige Dien-ste leisten.

8.5.2 Höhe Rheinsohle

Gemäss dem Entwicklungskonzept Alpenrhein soll die Rheinsohle nicht weiter abgesenkt werden, um die Qualität des Grundwassers auch in Zukunft gewährleisten zu können. Als Massnahme wird das Heben des Grundwasserspiegels durch Aufhöhung der Rheinsohle aufgeführt, sofern die Hochwassersicherheit gewährleistet ist. Die in Kap. 8.5.1 erwähnten Rheinaufweitungen in Kombination mit Geschiebemanagement sind eine mögliche Massnahme zur Sohlstabilisierung des Alpenrheins.

Im Falle einer allfälligen Umsetzung von Massnahmen sind die Auswirkungen auf den Grundwasserträ-ger und die Aspekte der Wasserversorgungen zu berücksichtigen.

8.5.3 Rheinkraftwerke

Aktuell wird in Liechtenstein mit 13 Wasserkraftwerken Strom produziert. Die Jahresproduktion beträgt ca. 74'000 MWh. Mit der Wasserkraft des Rheins könnte die Jahresproduktion um ca. 210'000 MWh d.h um knapp 300% erhöht werden. Im Energiekonzept Liechtenstein 2013 wird die Wasserkraftnutzung des Rheins als Massnahme zur Erhöhung des Eigenversorgungsgrades ausgewiesen. Mit dem Bau von Rheinkraftwerken würde die Gerinnehydraulik und -morphologie und damit die Grundwassersituation massgeblich verändert, was u.a Auswirkungen auf die Trinkwassernutzung hätte. V.a im eingestauten Abschnitt der Staustufen müsste mit einer Abnahme der Reinfiltration gerechnet werden. Dies könnte zu einer globalen Grundwasserverschlechterung (Abnahme der O₂-Sättigung) führen. Zudem würde bei Beibehaltung der Fördermengen die Absenktiefe des Grundwassers bei Pumpbetrieb zunehmen, womit die Sandfreiheit bei den Filterbrunnen ev. nicht mehr gewährleistet werden kann.

Solche und ähnliche Fragestellungen, die grosse Auswirkungen auf die Trinkwassergewinnung haben können, müssten sehr sorgfältig geklärt werden. Als Prämisse gilt, dass zumindest die regionalen (lan-desweiten) Grundwasservorkommen in Menge und Qualität durch Massnahmen am und im Gewässer des Rheins nicht geschmälert werden dürfen.

9 Etappierung der Massnahmen

Nicht alle Massnahmen sind zeitlich gleich dringend. Nachfolgend sind die wichtigsten Massnahmen in drei Etappen aufgeteilt worden. Bei der Ausführung müssen jedoch auch wasserversorgungsfremde Faktoren berücksichtigt werden. Insbesondere beim Ausbau des Wasserleitungsnetzes sollen die Arbeiten mit dem Strassenbau und den übrigen Werkleitungen koordiniert werden.

Besondere Beachtung soll auch der Substanz- und Werterhaltung geschenkt werden.

Weitere Informationen zu den vorgesehenen Massnahmen sind aus Kap. 6 ersichtlich.

9.1 1. Etappe (in den nächsten 5 Jahren)

- Hydrogeologische Vorabklärungen Schneefluchtquellen; Kap. 6.2.1.
- Erstellung Stufenpumpwerk Mühleholz (gemeinsam mit Schaan); Kap. 6.6.5.
- Erstellung Grundwasserpumpwerk Wiesen 2 (gemeinsam mit Schaan); Kap. 6.2.2.
- Ausbau Leitungsnetz nach Bedarf; Kap. 6.6.4.
- Einbau von zusätzlichen Messstellen, um die Lecksuche zu vereinfachen; Kap. 6.7.2.
- Überarbeitung Ernstfalldokumentation für Notstandswasserversorgung, gemeinsam mit den GWO Partnergemeinden; Kap. 7.
- Umsetzung der Notstandsmassnahmen, gemeinsam mit den GWO Partnergemeinden; Kap. 7.

9.2 2. Etappe (bis zum Planungsziel Z1 2030)

- Zusätzliche Fassung Schneefluchtquellen; Kap. 6.2.1.1.
- Erstellung Grundwasserpumpwerk Neufeld (Ausbauzeitpunkt der Entwicklung des Wasserbedarfs anpassen und mit den GWO-Partnergemeinden koordinieren); Kap. 6.2.2.
- Sauerstoffgehalt bei den Grundwasserpumpwerken überwachen. Einbau einer Belüftungsanlage zur Sauerstoffanreicherung in Betracht ziehen; Kap. 6.3.2.
- Ausbau Leitungsnetz nach Bedarf; Kap. 6.6.4.
- Ersatz Steuerkabelnetz mit neuen Glasfaserkabeln, Kap. 6.7.4.

9.3 3. Etappe (bis zum Planungsziel Z2 2050)

- Erstellung Grundwasserpumpwerk Neufeld (Ausbauzeitpunkt der Entwicklung des Wasserbedarfs anpassen und mit den GWO Partnergemeinden koordinieren); Kap. 6.2.2.
- Ausbau Leitungsnetz nach Bedarf; Kap. 6.6.4.
- Ersatz Steuerkabelnetz mit neuen Glasfaserkabeln, Kap. 6.7.4.

10 Betrieb, Unterhalt und Tariffragen

10.1 Betrieb und Unterhalt

Die Anlagen der Wasserversorgung Vaduz werden durch das Wasserwerk Vaduz betrieben und unterhalten. Im Qualitätssicherungssystem (QS) der Wasserversorgung ist die Instandhaltung der Anlagen klar geregelt und dokumentiert.

Im Wasserreglement sind ebenfalls Angaben zum Betrieb und Unterhalt, sowie zum Verhältnis zu den Kunden enthalten.

10.2 Reglement und Tarife

Die Gruppenwasserversorgung Liechtensteiner Oberland hat das Musterreglement der GWO bearbeitet sowie einen Vorschlag für einheitliche Tarife im ganzen Land erarbeitet. Das Musterreglement und die Tarifvorschläge sind an der Delegiertenversammlung vom 15. Juni 2011 einstimmig genehmigt worden.

Im Sinne einer einheitlichen Regelung ist das Reglement von 1956 der Gemeinde Vaduz an das neue Musterreglement angepasst werden. Der Gemeinderat Vaduz hat am 20.09.2011 das neue Reglement und die Tarifordnung genehmigt und auf den 01.01.2012 in Kraft gesetzt.

Auch bei den Tarifen und Gebühren soll eine einheitliche Höhe angestrebt werden. In Vaduz mussten die Tarife teilweise erheblich nach oben korrigiert werden.

Als **jährliche Grundgebühr** wurde bisher nur die Zählermiete verrechnet. Neu soll eine Grundgebühr erhoben werden, welche auch andere nicht mengenabhängige Fixkosten decken soll. Gemäss SVGW soll dieser Anteil zwischen 50% und 80% der jährlichen Kosten betragen.

Die Zählermiete pro Zähler und Jahr (vor und nach der Reglementsänderung) beträgt in Vaduz:

Bis 2011		Ab 2012			
Baugrösse	Miete		Anteil Grundgebühr	Anteil Löscheschutz	
Zähler DN 20 mm	CHF 27.00	Zähler DN 20 mm	CHF 50.00	CHF 20.00	
Zähler DN 25 mm	CHF 37.00	Zähler DN 25 mm	CHF 80.00	CHF 30.00	
Zähler DN 32 mm	CHF 46.00	Zähler DN 32 mm	CHF 140.00	CHF 50.00	
Zähler DN 40 mm	CHF 55.00	Zähler DN 40 mm	CHF 160.00	CHF 60.00	
Zähler DN 50 mm	CHF 155.00	Zähler DN 50 mm	CHF 180.00	CHF 70.00	
Zähler DN 65 mm	CHF 192.00	Zähler DN 65 mm	CHF 200.00	CHF 80.00	
		Zähler DN 80 mm	CHF 220.00	CHF 90.00	
		Zähler DN 100 mm	CHF 240.00	CHF 100.00	
		Zähler DN 125 mm	CHF 260.00	CHF 110.00	
		Zähler DN 150 mm	CHF 300.00	CHF 120.00	

Tabelle 65 Jährliche Grundgebühr

Der Anteil der Grundgebühr ist in Liechtenstein wesentlich kleiner als die vom SVGW (W 1006) empfohlenen 50% bis 80%. Künftige Preiserhöhungen sollen deshalb bei der Grundgebühr und nicht bei der Verbrauchsgebühr getroffen werden.

Die **Verbrauchsgebühr** ist der Gegenwert für das bezogene Wasser und beträgt (vor und nach der Reglementsänderung) in Vaduz:

Bis 2011	Ab 2012
CHF 0.80 pro m ³ Bezugsmenge	CHF 0.85 pro m ³ Wasserbezug

Die (einmalige) **Anschlussgebühr**, welche die Einkaufssumme in das Werk darstellt, richtet sich nach dem Volumen der Baukörper:

Bis 2011	Ab 2012
Bis 2011 wurde in Vaduz <u>keine</u> Anschlussgebühr verrechnet.	CHF 3.50 pro m ³ Bauvolumen

Als Wassergebühr für Bauvorhaben wurde bis 2011 nach dem Wasserverbrauch verrechnet. Die GWO schlägt vor das Provisorium für den Bauwasseranschluss nach Aufwand zu verrechnen. Die Gebühr beträgt in Vaduz:

Bis 2011	Ab 2012
CHF 1.00 pro m ³	Bauwasseranschluss nach Aufwand verrechnen

Baukostenbeiträge an Erschliessungskosten / Baulandumlegungen, Sprinkleranlagen usw., sind bisher in Vaduz in der Regel keine erhoben worden. Die GWO macht keinen Vorschlag und überlässt die Erhebung von Baukostenbeiträgen den Gemeinden:

Bis 2011	Ab 2012
In Vaduz durch Gemeinderat festgelegt.	Die Baukostenbeiträge werden durch den Gemeinderat festgelegt.

Gemäss EU-Wasserrahmenrichtlinie WRRL– Art. 9 gilt bei der Gebührenbemessung / -veranlagung von Wasserdienstleistungen das Verursacherprinzip. Dieses besagt, dass die Kosten einer Massnahme vom Verursacher getragen werden. Dieses Prinzip steht im Gegensatz zu einer Finanzierung über Steuern und stützt sich auf eine lineare Abschreibung des aktuellen Wiederbeschaffungswerts, der auf der Grundlage der voraussichtlichen Nutzungsdauer der Anlage berechnet wird. Neben der Sicherstellung der Finanzierung sollten die Gebühren aber auch eine lenkende Wirkung entfalten, indem über die Gebührenveranlagung Anreize zur Schonung der Wasserressourcen geschaffen werden.

10.3 Energie in der Wasserversorgung

Der Schweizerische Verein des Gas- und Wasserfaches (SVGW) hat 2004, zusammen mit dem Bundesamt für Energie (BFE), ein Handbuch mit dem Titel „Energie in der Wasserversorgung“. Dieses Handbuch ist ein Ratgeber zur Energiekosten- und Betriebsoptimierung in Wasserversorgungen.

Wir wollen es nicht unterlassen, einen Denkanstoss aus dem zitierten Handbuch in den vorliegenden Bericht einfließen zu lassen, insbesondere zum Thema „Effizienz bei der Wasserförderung“.

Die grössten Energieverbraucher in der Wasserversorgung sind die Pumpen, die zur Wasserförderung benötigt werden. Der Anteil der Pumpen am Gesamtenergieverbrauch von Wasserversorgungen beträgt erfahrungsgemäss 70 bis 95 %.

Die Energieeffizienz hängt auch vom Pumpentyp und von der Auslegung der Pumpen ab. Beim Ersatz von Pumpen sowie bei Bedarf sollen die Energieeffizienz der Pumpen überprüft und berücksichtigt werden.

10.3.1 Energieverbrauch

Die Grundwasserpumpwerke benötigen pro Jahr folgende Strommengen (Mittel der Jahre 2018 bis 2020):

Grundwasserpumpwerke		
Gemeinde	Grundwasserpumpwerk	Jahres-Energiebedarf Kilowattstunden
Vaduz	Pumpwerk Neugut	7'000 kWh
Schaan	Pumpwerk Wiesen	343'000 kWh
Total		350'000 kWh

Tabelle 66 Energieverbrauch

Die Stromkosten für die Förderung von einem Kubikmeter Grundwasser in der GWO betragen in den letzten sechs Jahren durchschnittlich 8.7 Rp./m³, mit Schwankungen zwischen 7.2 und 9.3 Rp./m³. Diese Stromkosten wurden von der Förderung während der Hoch- und Niedertarifzeiten beeinflusst. Mit der Reduktion der Wasserförderung in Hochtarifzeiten können Stromkosten, jedoch keine Energie, gespart werden.

10.3.2 Energiegewinnung

Die Wasserableitung von Quellen und allenfalls die Ableitung von einer höheren Druckzone in eine untere Druckzone kann energetisch genutzt werden. In Vaduz werden folgende Wasserableitungen energetisch genutzt. Der Betrieb und der Unterhalt erfolgen durch die Liechtensteinischen Kraftwerke, welche sich im Gegenzug an den Investitionskosten beteiligt haben.

Nachfolgend sind die bestehenden Trinkwasser- Kleinkraftwerke aufgeführt:

Trinkwasser- Kleinkraftwerke			
Standort	Genutztes Wasser	Baujahr	Jahres- Stromproduktion Kilowattstunden
Reservoir Schneeflucht Malbun, Triesenberg / Vaduz	Wasserchopfquellen Malbun ab Reservoir Musbühel / Jöraboda (WV Triesenberg)	2011	50'000 kWh (Gde. Triesenberg)
Reservoir Schlosswald, Vaduz	Schneefluchtquellen Malbun ab Reservoir Schneeflucht Malbun.	1994	2'450'000 kWh
Reservoir Maree, Vaduz	Schneefluchtquellen Malbun ab Reservoir Schlosswald.	2007	90'000 kWh
Reservoir Stieg, Vaduz	Schneefluchtquellen Malbun ab Reservoir Schlosswald.	2007	80'000 kWh
Reservoir Meierhof, Triesen	Schneefluchtquellen Malbun ab Reservoir Schlosswald.	2012	70'000 kWh
Total (ohne Triesen- berg)		Ca.	2'690'000 kWh

Tabelle 67 Energiegewinnung

11 Kostenschätzung und Finanzierung

11.1 Kostenschätzung Baukosten projektierte Anlagen

Die Kostenschätzung beinhaltet nur die im Projektplan Situation 1:4'000 dargestellten, projektierten Anlagen. Bei den Kostenangaben handelt es sich um Schätzungen, welche eine Grössenordnung angeben soll. Kreditbeschlüsse für einzelne Bauwerke müssen sich auf die jeweiligen Bauprojekte stützen. Es werden derzeitige Richtpreise auf der Preisbasis von 2022 angegeben.

In der Kostenschätzung nicht enthalten sind Aufwendungen für die Instandhaltung der Anlagen, also die Betriebs- und Unterhaltskosten. Ebenso nicht enthalten sind die Aufwendungen für den Ersatz von Leitungen ohne Kalibrieranpassung. Im Laufe des Jahres 2022 erstellte Leitungen sind in der Kostenschätzung noch enthalten.

Wasserbeschaffung

Pumpwerk Wiesen (Anteil Vaduz 50%)	=	CHF	1'700'000.-
Pumpwerk Neufeld (Anteil Vaduz 50%)	=	CHF	2'000'000.-
Erweiterung Quellwassernutzung Schneeflucht Malbun	=	CHF	1'000'000.-
Total Wasserbeschaffung ca.		CHF	4'700'000.-

Wasserleitungen (Neu und Vergrösserungen)

DN 100 mm	2'100 m	à CHF	550.-	=	CHF	1'150'000.-
DN 125 mm	210 m	à CHF	600.-	=	CHF	130'000.-
DN 150 mm	3'630 m	à CHF	700.-	=	CHF	2'540'000.-
DN 200 mm	490 m	à CHF	800.-	=	CHF	390'000.-
DN 250 mm	180 m	à CHF	900.-	=	CHF	160'000.-
DN 300 mm	1'730 m	à CHF	1'000.-	=	CHF	1'730'000.-
Total Wasserleitung	ca.8'340 m				CHF	6'100'000.-

Wasserverteilung

Neues Stufenpumpwerk Mühleholz (Anteil Vaduz 50%)	=	CHF	500'000.-
Ausserbetriebnahme Stufenpumpwerk Mühleholz	=	CHF	100'000.-
Total Förderanlagen ca.		CHF	600'000.-

Fernwirkanlagen

Prozessleittechnik	=	CHF	500'000.-
Steuer- und Fernmeldekabelanlagen	=	CHF	500'000.-
Total Fernwirkanlagen ca.		CHF	1'000'000.-

Diverses

Diverses, Rundung	=	CHF	4'600'000.-
Total Diverses	=	CHF	4'600'000.-

GESAMTTOTAL	=	CHF	17'000'000.-
--------------------	----------	------------	---------------------

Tabelle 68 Kostenschätzung

11.2 Kostenschätzung Baukosten Ersatz bestehende Leitungen

Das bestehende Wasserversorgungsnetz der Gemeinde Vaduz beträgt ca. 62.0 km. Davon sollen in den nächsten 20 Jahren (bis Z1) ca. 15 km Leitungen erneuert werden.

Die mittlere Lebensdauer einer Leitung beträgt ca. 60 Jahre im Idealfall. Will man den guten Leitungszustand aufrechterhalten, müssen im Durchschnitt jährlich ca. 500 bis 1'000 m Wasserleitung ersetzt werden. Dabei fallen jährlich ca. CHF 600'000.- an. Dies ist eine laufende Aufgabe.

Der genaue Zeitpunkt des Ersatzes von bestehenden Leitungen hängt i.d.R. von anderen Faktoren wie z.B. dem Strassenausbau oder dem Ausbau anderer Werkleitungen (Abwasserleitungen, Fernwärme) ab.

11.3 Finanzierung

Sowohl die Gemeindevorhaben als auch die Verbandsanlagen der GWV innerhalb der Gemeinde sind von der Gemeinde Vaduz zu erstellen und zu bezahlen. Ausnahmen bilden hierbei gemeinsam erstellte Anlagen wie beispielsweise das Grundwasserpumpwerk Wiesen (mit der Gemeinde Schaan) oder das Reservoir Meierhof (mit der Gemeinde Triesen).

Eine projektbezogene Subventionierung der GWV Verbandsanlagen durch das Land gibt es nicht mehr.

Die totalen Kosten werden sich auf etwa 25 bis 30 Jahre verteilen, so dass der Gemeinde Vaduz durchschnittliche jährliche Kosten von knapp ca. CHF 1'000'000.- für Neuanlagen und ca. CHF 600'000.- für den Ersatz von bestehenden Leitungen erwachsen werden.

12 Zusammenfassung und Schlussbemerkungen

Das Generelle Wasserversorgungsprojekt bezweckt die Sicherstellung der Wasserversorgung für die Zukunft. Es wird aufgezeigt, wie der künftige Wasserbedarf gedeckt werden kann und welche baulichen und planerischen Vorkehrungen dafür erforderlich sind.

Die Gemeinde Vaduz betreibt ein Wasserwerk, das für den Bau, Betrieb und Unterhalt der Wasserversorgungsanlagen verantwortlich ist.

Vaduz ist Mitglied der Gruppenwasserversorgung Liechtensteiner Oberland (GWO). Deshalb müssen neben der Versorgung des Baugebietes der Gemeinde auch übergeordnete Interessen, festgelegt im Zweckverbandsvertrag und im Generellen Projekt der GWO berücksichtigt werden.

Mit diesem Projekt ist eine enge Einbindung in die GWO gegeben, insbesondere mit den Gemeinden Triesen und Schaan, mit denen gemeinsame Wasserversorgungsanlagen erstellt und betrieben werden. Auch mit der Gemeinde Triesenberg wird Wasser ausgetauscht. In Malbun wird Wasser von der Gemeinde Triesenberg bezogen und von der Druckleitung an verschiedene Stellen an Triesenberg abgegeben.

Die Wasserversorgung Vaduz benötigte 2020 etwa 850'000 m³/a Wasser. Unter Berücksichtigung der gemachten Prognosen wird sich diese Wassermenge bis zum Planungszeitpunkt Z2 (2050) etwa auf ca. 1'500'000 m³/a beinahe verdoppeln. Zudem benötigt Schaan erheblich grössere Wassermengen zur Versorgung der Industrie und zur angedachten Abgabe an die WLU (zurzeit nur Notversorgung), welche teilweise durch Vaduz abgedeckt werden soll.

Im Gebiet Schneeflucht Malbun soll möglichst zusätzliches Quellwasser erschlossen werden. Die notwendigen Vorabklärungen sind im Gange.

Zur Abdeckung des erhöhten Wasserbedarfs wird auch vermehrt Grundwasser benötigt, da das Angebot an Quellwasser im Versorgungsgebiet der GWO beschränkt ist. Das fehlende Trinkwasser muss durch Grundwasserpumpwerke abgedeckt werden. Die Ausbaureihenfolge muss zwischen den Partnergemeinden abgesprochen werden. Als nächstes Pumpwerk soll das Grundwasserpumpwerk Wiesen 2 in Schaan realisiert werden, wobei sich die Gemeinde Vaduz beteiligt.

Die Tagesschwankungen des Wasserverbrauches müssen mit Speichereinrichtungen aufgefangen werden. Mit der Erstellung des Reservoirs Meierhof, gemeinsam mit der Gemeinde Triesen ist der Speicherbedarf bis zum Planungsziel abgedeckt.

Die mittels EDV- Anlagen durchgeführte Berechnung des Wasserleitungsnetzes hat gezeigt, dass das bestehende Netz weitgehendst ausreichend dimensioniert ist. Neben Zubringerleitungen zu projektierten Anlagen und der Transportleitungen Richtung Schaan sind nur noch vereinzelte Zubringerleitungen zu vergrössern.

Als zweite GWO-Verbindung sind Transportleitungen im Bereich Neugutweg und Schaanerstrasse sowie die Verbindung südlich des Wasser- und Abwasserwerks zu verlegen.

Zusätzlich sind noch wenige Hauptleitungen sowie Ergänzungen im Zuge von Neuerschliessungen erforderlich.

Die Reduktion der Wasserverluste ist eine Daueraufgabe. Dabei sollen einerseits regelmässig gezielte Untersuchungen des Rohrnetzes durchgeführt werden und andererseits ein Instandhaltungskonzept (Reparatur Leckstellen oder Leitungserneuerung) erstellt werden. Selbstverständlich soll dabei auch der Kostenfaktor berücksichtigt werden.

Wichtig ist ein nachhaltiger Schutz des Grund- und Quellwassers. Nur so kann weiterhin qualitativ einwandfreies Trinkwasser ohne Aufbereitung an die Bevölkerung abgegeben werden. Die Schutzzonen sind in den letzten Jahren rechtskräftig erlassen worden.

Das Generelle Projekt soll als Konzept für den Ausbau der Wasserversorgung in den nächsten Jahrzehnten dienen. Die im Generellen Projekt enthaltenen Pläne und Ausbaugrößen sind Richtlinien bzw. Richtgrößen, die bei der Erarbeitung der Detailprojekte noch gewisse Änderungen erfahren können.

Das weitere Vorgehen im Zusammenhang mit dem GWP stellen wir uns wie folgt vor:

- Information des Gemeinderates Vaduz und Genehmigung des GWP Vaduz 2022
- Information der GWO und Kenntnisnahme des GWP Vaduz 2022 durch die Delegiertenversammlung
- Empfehlung der Übergabe des Projekts zur Info an das Amt für Umwelt.

Für die Realisierung und Umsetzung der einzelnen Massnahmen müssen Detailprojekte erstellt und genehmigt sowie die entsprechenden Kredite bewilligt werden.

Wir danken der Gemeinde Vaduz für die Erteilung des interessanten Auftrages und hoffen, dass das vorliegende Generelle Projekt helfe, den Ausbau der Wasserversorgungsanlagen in optimaler Weise zu bewerkstelligen.

Triesen, 19. Januar 2023 / M. Leuch

Ingenieurbüro Sprenger & Steiner Anstalt

9495 Triesen

ANHANG

Anhang 1:	Übersicht über die Ausbaugrößen	Diagramm
Anhang 2:	Bevölkerungsentwicklung und -Prognose	Diagramm
Anhang 3:	Wasserabgabe 1998 bis 2020	Diagramm
Anhang 4:	Wassergewinnung 1998 bis 2020	Diagramm
Anhang 5:	Gegenüberstellung Wasserangebot / Wasserbedarf	Diagramm
Anhang 6:	Information zum Trinkwasser 2021	Text
Anhang 7:	Wasserqualität Quellwasser 2021	Tabelle
Anhang 8:	Wasserqualität Grundwasser 2021	Tabelle
Anhang 9:	Wasserqualität Grundwasser Entwicklung	Diagramm
Anhang 10:	Planungsrichtwerte für Brandbekämpfung	Tabelle

ÜBERSICHT ÜBER DIE AUSBAUGRÖSSEN

Ohne Bedarf für Schaan und Vaduz

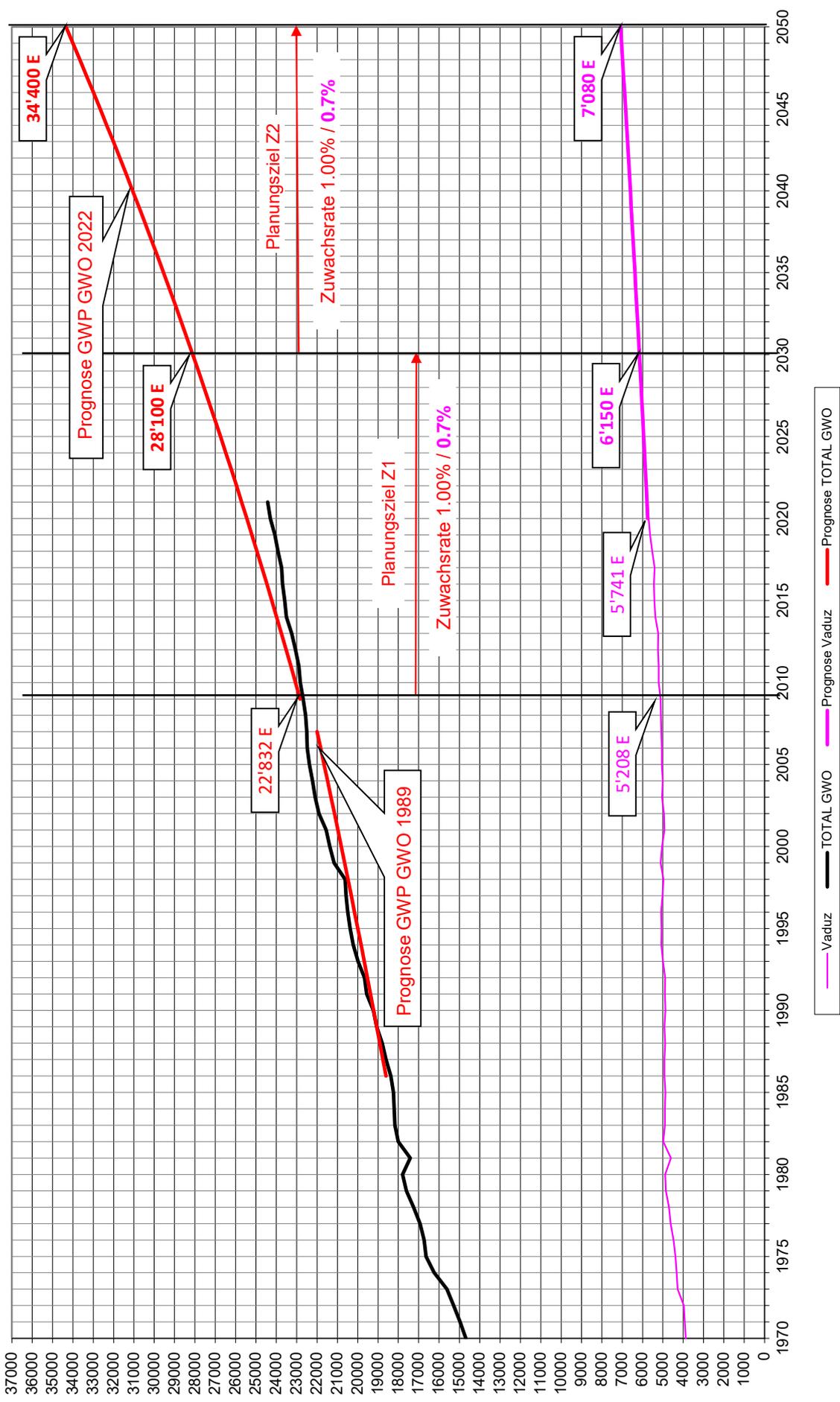
Gemeinde Vaduz		Normalverbrauchstag			Höchstverbrauchstag			
Jahr / Planungsziele Z1 / Z2		2020	2030	2050	2020	2030	2050	
Einwohnerzahlen	E	5'700	6'150	7'080	5'700	6'150	7'080	
Wasserbedarf	Bedarf für die Bevölkerung	m3/Tag	2'330	3'100	3'700	4'600	5'600	6'600
	Bedarf für Industrie und Gewerbe	m3/Tag	0	400	600	0	600	900
	Bedarf für Schaan und WLU	m3/Tag	0	0	0	0	0	0
	Totalbedarf	m3/Tag	2'330	3'500	4'300	4'600	6'200	7'500
Wasserangebot	Minimales Wasser-angebot der Quellen	m3/Tag	1'700	1'700	1'700	1'700	1'700	1'700
	Mittleres Wasserangebot der Quellen	m3/Tag	3'700	3'700	3'700	3'700	3'700	3'700
	Wasserangebot Pumpwerke (10 Std.-Betrieb)	m3/Tag	3'400	3'400	3'400	3'400	3'400	3'400
	Wasserangebot Pumpwerke (20 Std.-Betrieb)	m3/Tag	6'800	6'800	6'800	6'800	6'800	6'800
Fehlmenge / Überschuss	Wasserüberschuss Min. (Quellen minimum; PW 20 Std.)	m3/Tag	6'170	5'000	4'200	3'900	2'300	1'000
	Maximale Fehlmenge (Quellen minimum; PW 20 Std.)	m3/Tag						
	Wasserüberschuss mittel (Quellen mittel; PW 10 Std.)	m3/Tag	4'770	3'600	2'800	2'500	900	
	Mittlere Fehlmenge (Quellen mittel; PW 10 Std.)	m3/Tag						400
Spezifischer Wasserbedarf	Spezifischer Bedarf der Bevölkerung	l/E.Tag	409	500	520	807	910	930
	Spezifischer Bedarf Totalverbrauch inkl. Industrie	l/E.Tag	409	570	610	807	1'010	1'060

ÜBERSICHT ÜBER DIE AUSBAUGRÖSSEN

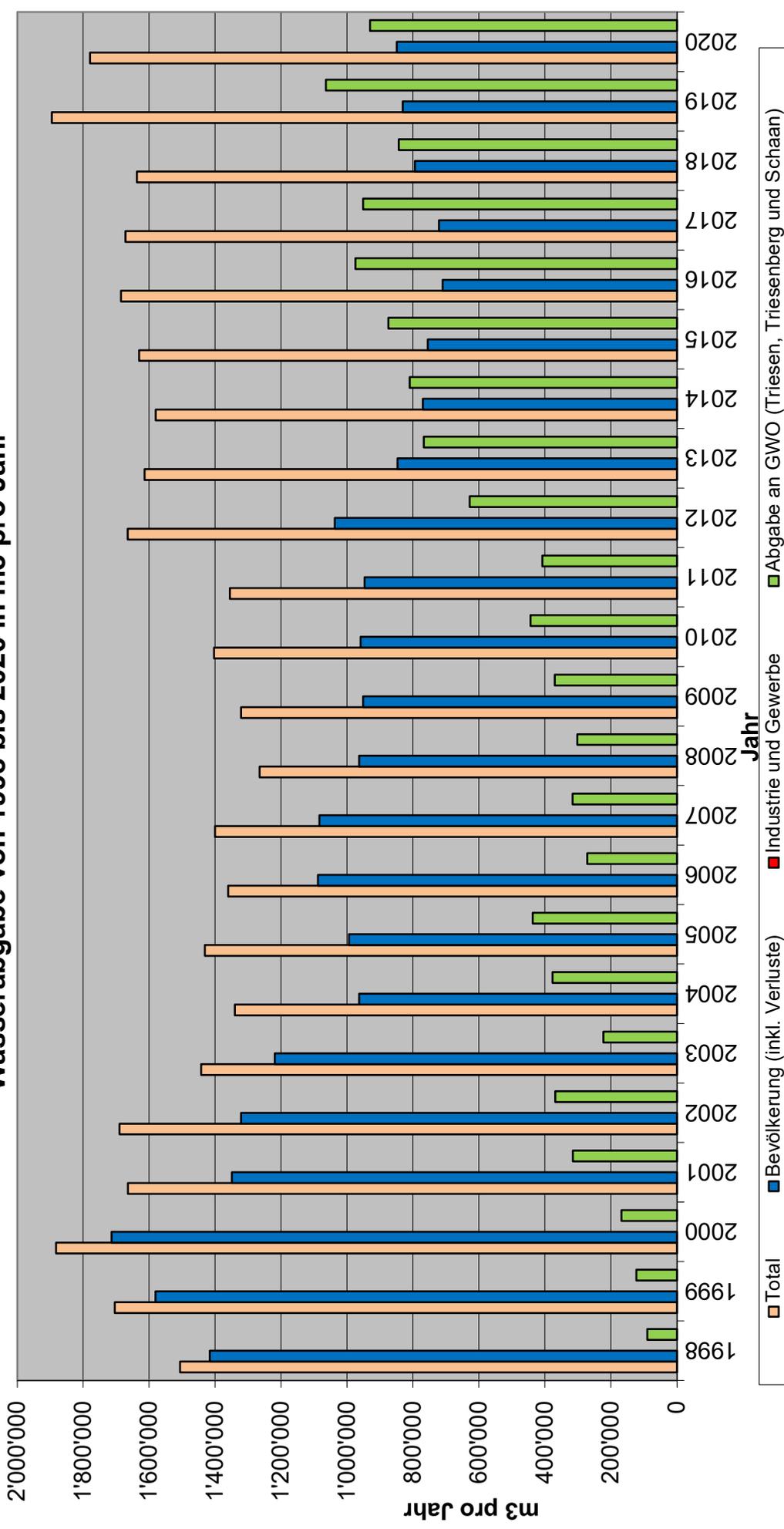
Inkl. Bedarf für Schaan und Vaduz

Gemeinde Vaduz		Normalverbrauchstag			Höchstverbrauchstag			
Jahr / Planungsziele Z1 / Z2		2020	2030	2050	2020	2030	2050	
Einwohnerzahlen	E	5'700	6'150	7'080	5'700	6'150	7'080	
Wasserbedarf	Bedarf für die Bevölkerung	m3/Tag	2'330	3'100	3'700	4'600	5'600	6'600
	Bedarf für Industrie und Gewerbe	m3/Tag	0	400	600	0	600	900
	Bedarf für Schaan und WLU	m3/Tag	700	8'200	10'200	1'600	12'200	15'700
	Totalbedarf	m3/Tag	3'030	11'700	14'500	6'200	18'400	23'200
Wasserangebot	Minimales Wasser-angebot der Quellen	m3/Tag	1'700	1'700	1'700	1'700	1'700	1'700
	Mittleres Wasserangebot der Quellen	m3/Tag	3'700	3'700	3'700	3'700	3'700	3'700
	Wasserangebot Pumpwerke (10 Std.-Betrieb)	m3/Tag	3'400	3'400	3'400	3'400	3'400	3'400
	Wasserangebot Pumpwerke (20 Std.-Betrieb)	m3/Tag	6'800	6'800	6'800	6'800	6'800	6'800
Fehlmenge / Überschuss	Wasserüberschuss Min. (Quellen minimum; PW 20 Std.)	m3/Tag	5'470			2'300		
	Maximale Fehlmenge (Quellen minimum; PW 20 Std.)	m3/Tag		3'200	6'000		9'900	14'700
	Wasserüberschuss mittel (Quellen mittel; PW 10 Std.)	m3/Tag	4'070			900		
	Mittlere Fehlmenge (Quellen mittel; PW 10 Std.)	m3/Tag		4'600	7'400		11'300	16'100
Spezifischer Wasserbedarf	Spezifischer Bedarf der Bevölkerung	l/E.Tag	409	500	520	807	910	930
	Spezifischer Bedarf Totalverbrauch inkl. Industrie	l/E.Tag	532	1'900	2'050	1'088	2'990	3'280

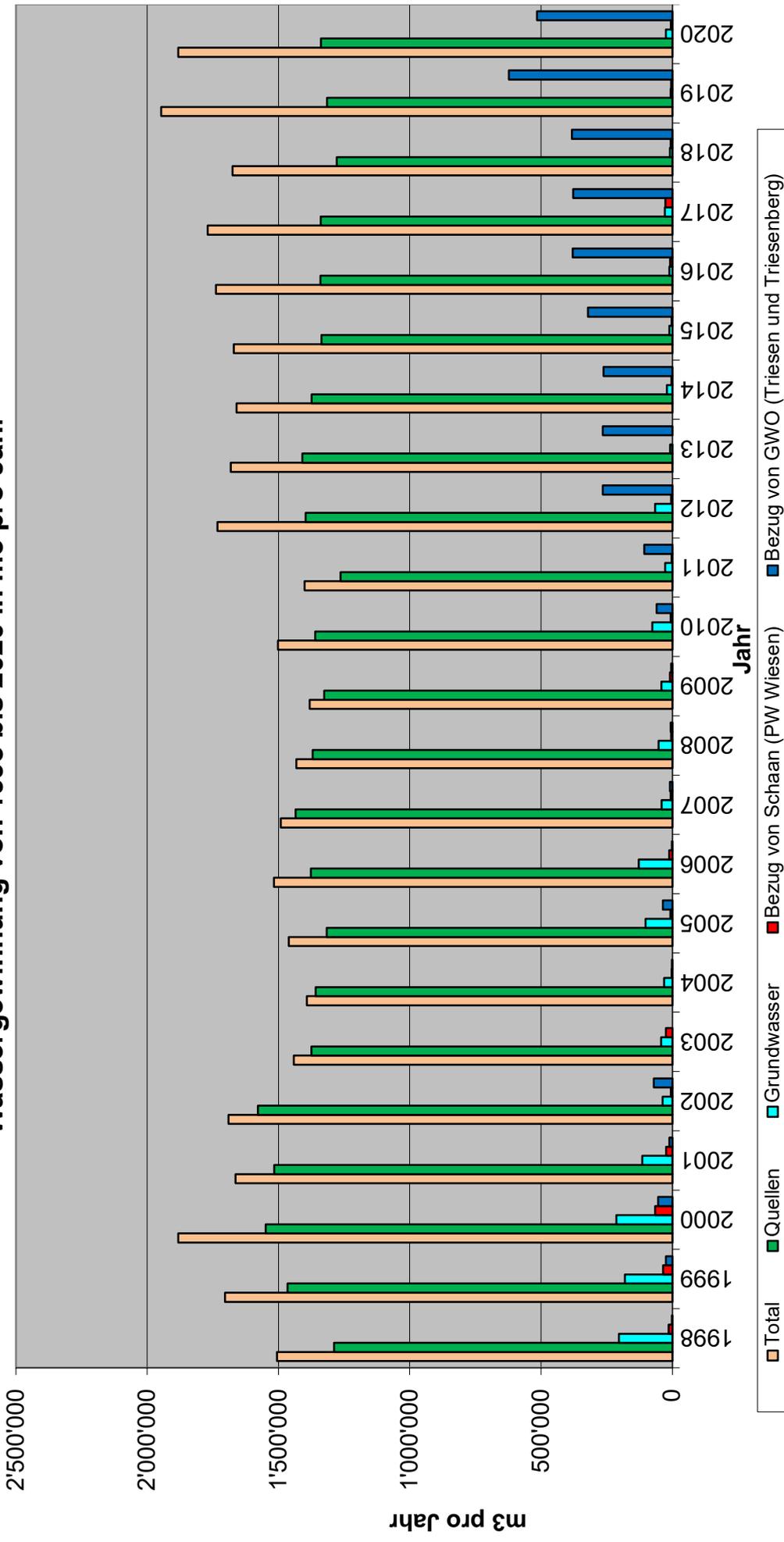
Bevölkerungsentwicklung 1970 - 2020 / Entwicklungsprognose 2021 - 2050



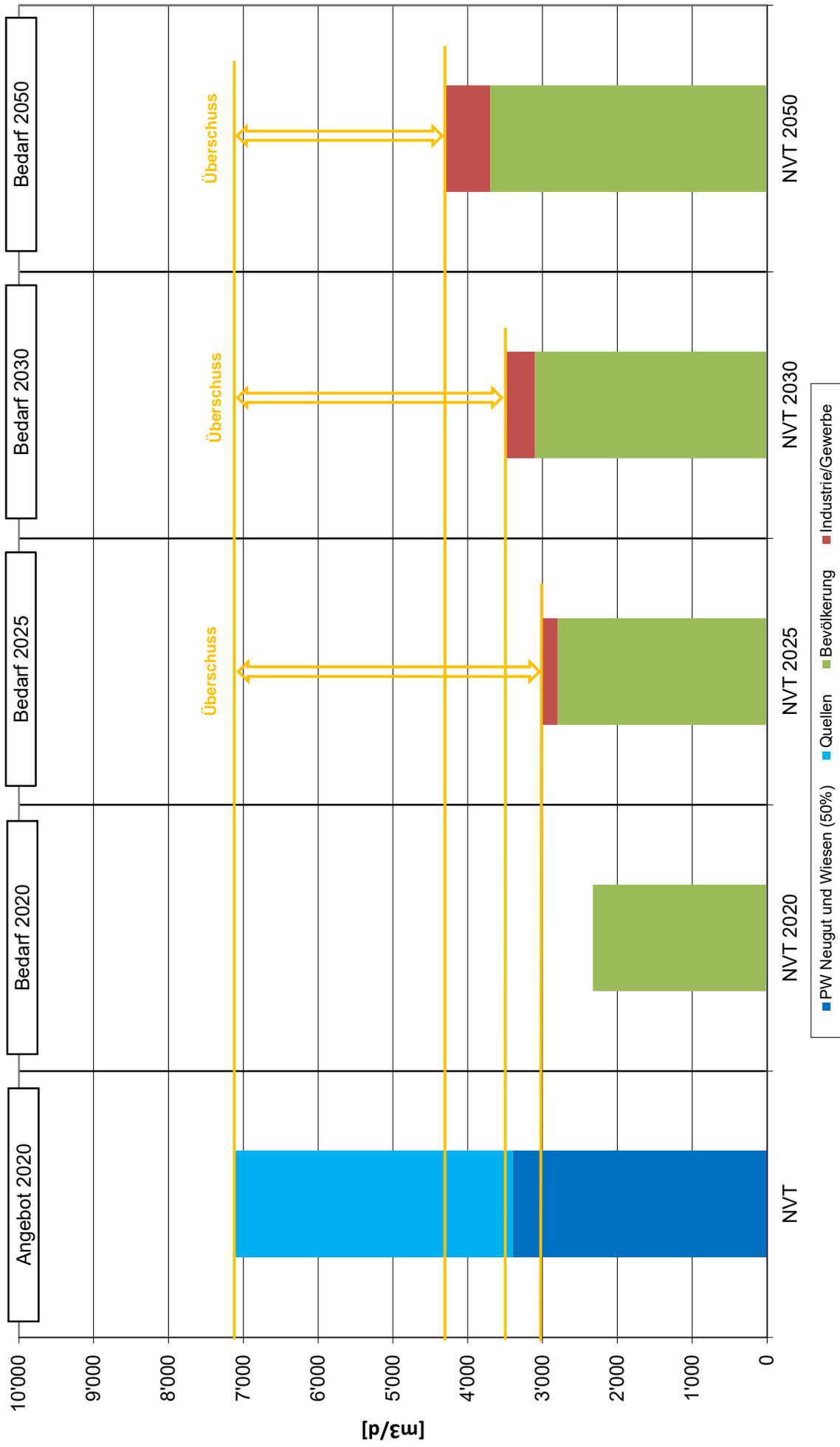
Wasserabgabe von 1998 bis 2020 in m3 pro Jahr



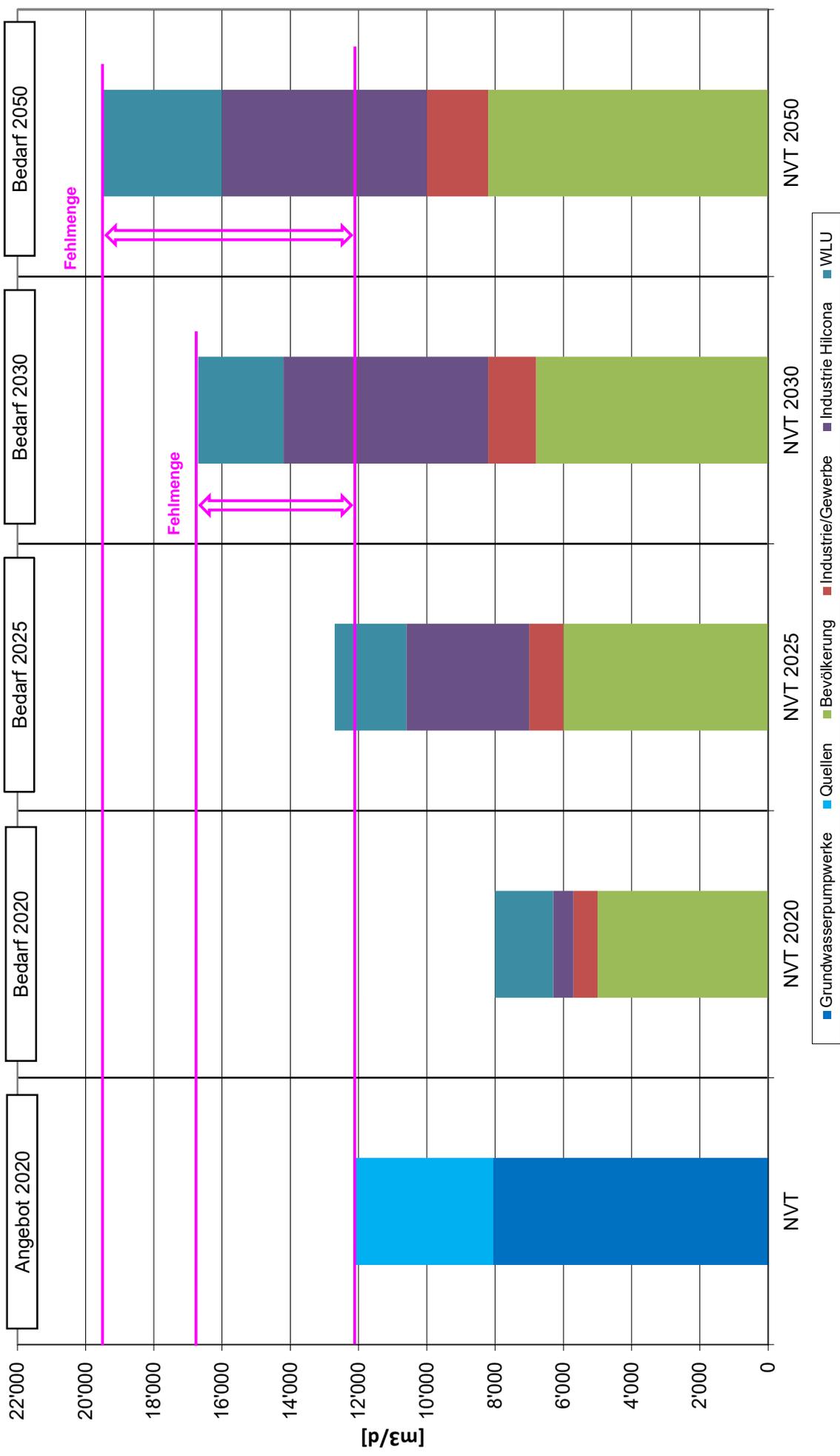
Wassergewinnung von 1998 bis 2020 in m3 pro Jahr



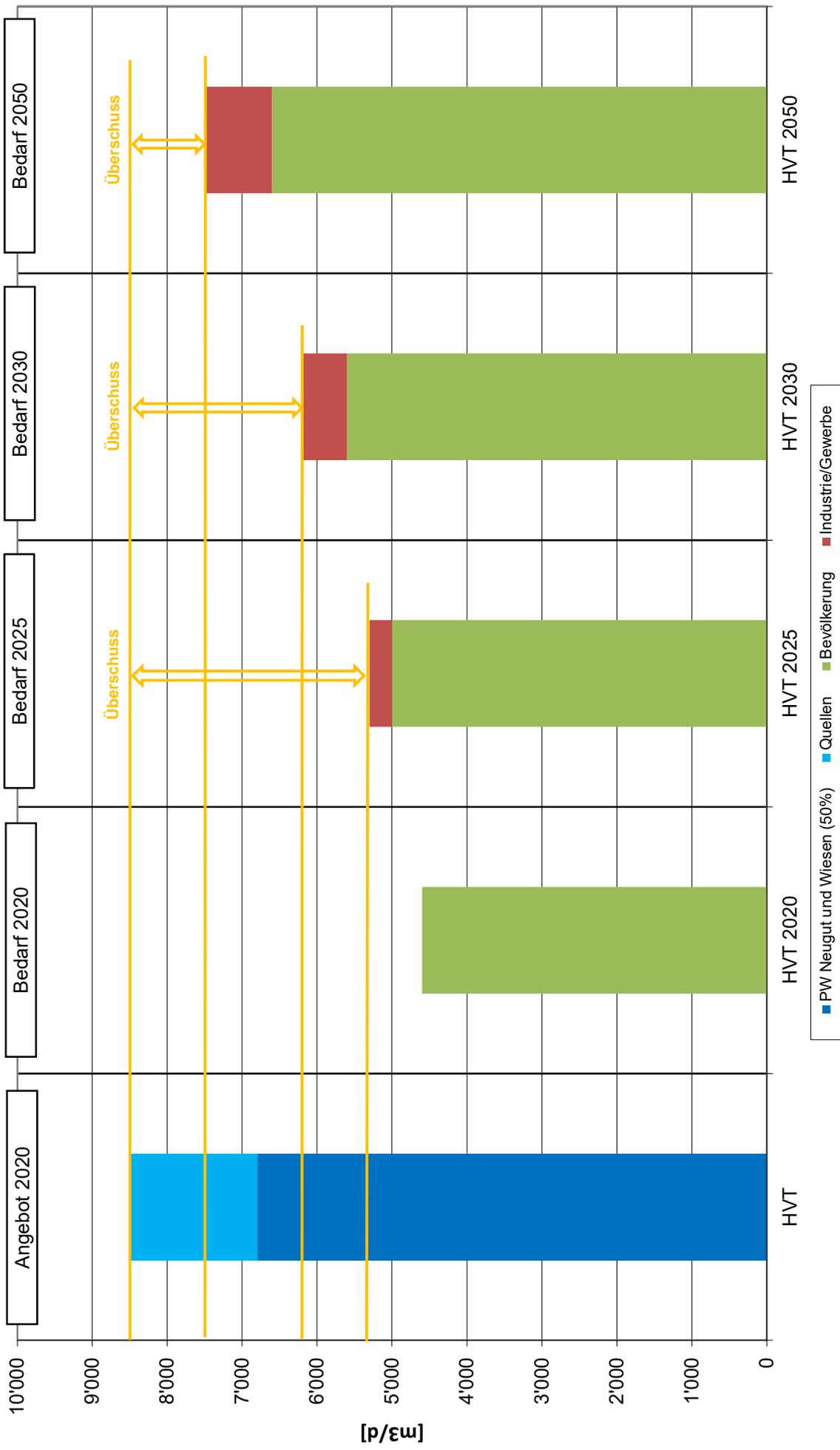
Wasserangebot / Wasserbedarf der Gemeinde Vaduz Normalverbrauchstag NVT



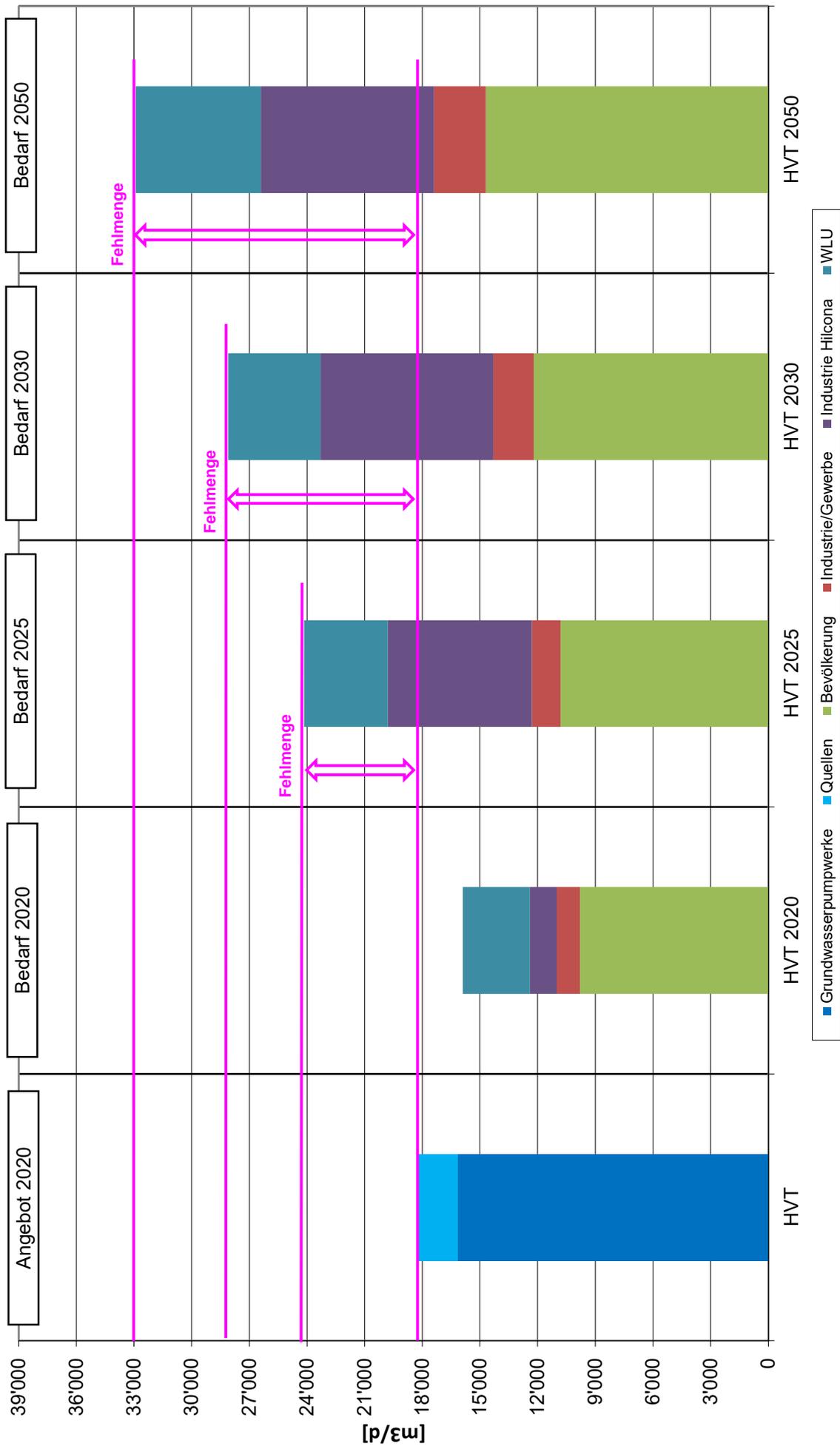
Wasserangebot / Wasserbedarf der Gemeinde Schaan + Vaduz Normalverbrauchstag NVT



Wasserangebot / Wasserbedarf der Gemeinde Vaduz Höchstverbrauchstag HVT



Wasserangebot / Wasserbedarf der Gemeinde Schaan + Vaduz Höchstverbrauchstag HVT



Information zum Trinkwasser (Stand 20. April 2022)

Trinkwasserqualität in	Vaduz	Jahr: 2021 / 2022
Versorgte Einwohner	ca. 5'800	(im eigenen Versorgungsgebiet)
Hygienische Beurteilung	Das an die Konsumenten abgegebene Trinkwasser ist hygienisch einwandfrei.	
Chemische Beurteilung	Das Trinkwasser erfüllt die chemischen Anforderungen der Lebensmittelgesetzgebung.	
	Gesamthärte:	Zwischen 15 und 35 °fH (mittelhart bis ziemlich hart). Im Mittel ca. 27 °fH Beachten Sie bitte die entsprechende Waschmitteldosierung!
	Nitrat:	Zwischen 1 und 5 mg Nitrat pro Liter Der Parameterwert liegt bei 40 mg Nitrat pro Liter Trinkwasser
Herkunft des Trinkwassers (Jahresmittelwerte)	85 % aus Quellen: Schneeflucht / Malbun 4 % aus Grundwasser: Pumpwerke Neugut und Wiesen 11 % Quellwasser zugekauft von den Gemeinden Triesen und Triesenberg. Wasseraustausch im Rahmen der Gruppenwasserversorgung Liechtensteiner Oberland (GWO).	
Behandlung des Wassers	Quellwasser:	Entkeimung durch UV (physikalisch)
	Grundwasser:	Keine Behandlung
	Netzschutz:	Keine Behandlung
Besonderes	Das vom Wasserwerk Vaduz gelieferte Trinkwasser hat einen guten Geschmack und ist stets frisch.	
Weitere Auskünfte	- Wasserversorgung Vaduz, Werner Lageder, Wassermeister Telefon: 00423 232 26 21 / 00423 793 78 18 - Internet: www.vaduz.li - www.wasserqualitaet.ch (enthält auch Begriffserklärungen)	

WASSERANALYSEN NETZWASSER UND QUELLWASSER 2020 bis 2021

Messgrößen	Einheit	GVP SVGW W12 (Qualitätsziel) Erfahrungswert	FL-TWV LGBI. 2004 Nr. 217 *1) Parameterwert	Mittelwerte von 2 bis 20 Untersuchungen		
				Netz Vaduz	Quellen Vaduz	
Temperatur	C	8 - 15	—	12.9	6.2	
pH-Wert	—	6.8 - 8.2	6.5 - 9.5	7.9	7.8	
Leitfähigkeit		200 - 800	2500	573	609	
Gesamthärte	° fr.H	—	—	28.4	30.6	
Karbonathärte	° fr.H	—	—	17.4	17.7	
Nichtkarbonathärte	° fr.H	—	—	11.0	12.9	
Calcium	mg/l	200	—	79.0	89.1	
Magnesium	mg/l	50	—	18.7	19.1	
Ammonium	mg/l	0.05	0.5	< 0.01	< 0.01	
Nitrit	mg/l	0.01	0.1	< 0.005	< 0.005	
Nitrat	mg/l	25	40	2.8	2.0	
Chlorid	mg/l	20	250	12.7	13.0	
TOC	mg/l	—	—	0.3	0.3	
Schwermetalle	mg/l	Var.	Var.	<BG	<BG	
VOC / PAK	mg/l	Var.	Var.	<BG	<BG	
Sauerstoff	mg/l	—	—	---	---	
Keime bei 22 °C	/ml	—	20 / 300	1.8	0.9	
Escherichia Coli	/100 ml	—	nn	0	0	
Enterokokken	/100 ml	—	nn	0	0	
Clostridium perfringens	/100 ml	—	nn	0	0	
Coliforme Bakterien	/100 ml	—	nn (10)	0.8	0	

* 1): Trinkwasserverordnung, Stand 1.10.2018 nn: nicht nachweisbar <: weniger als BG: Bestimmungsgrenze

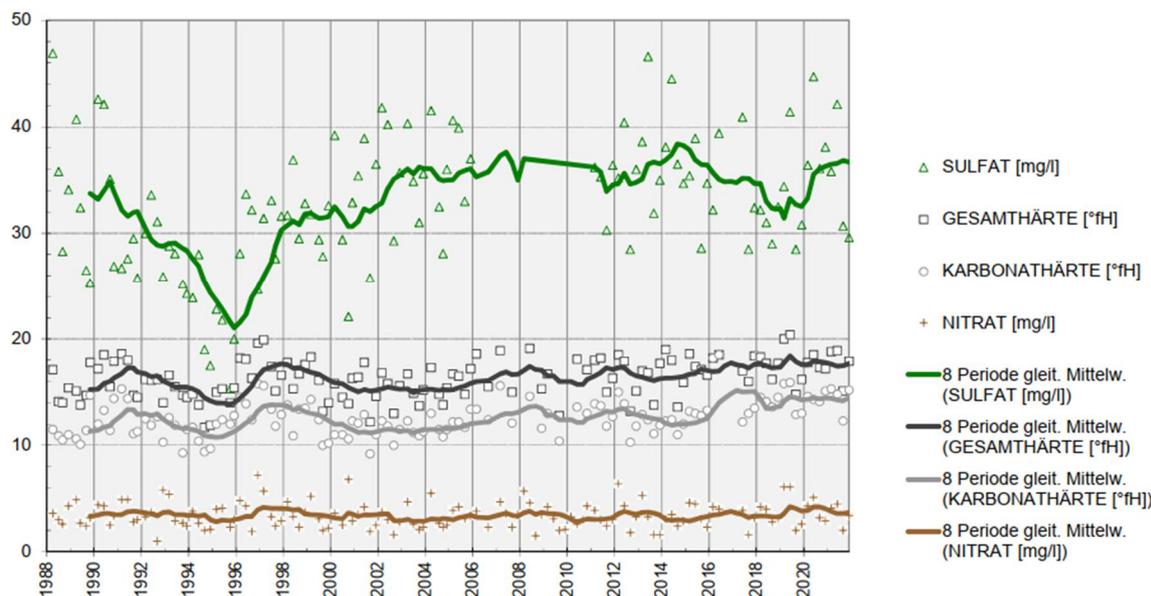
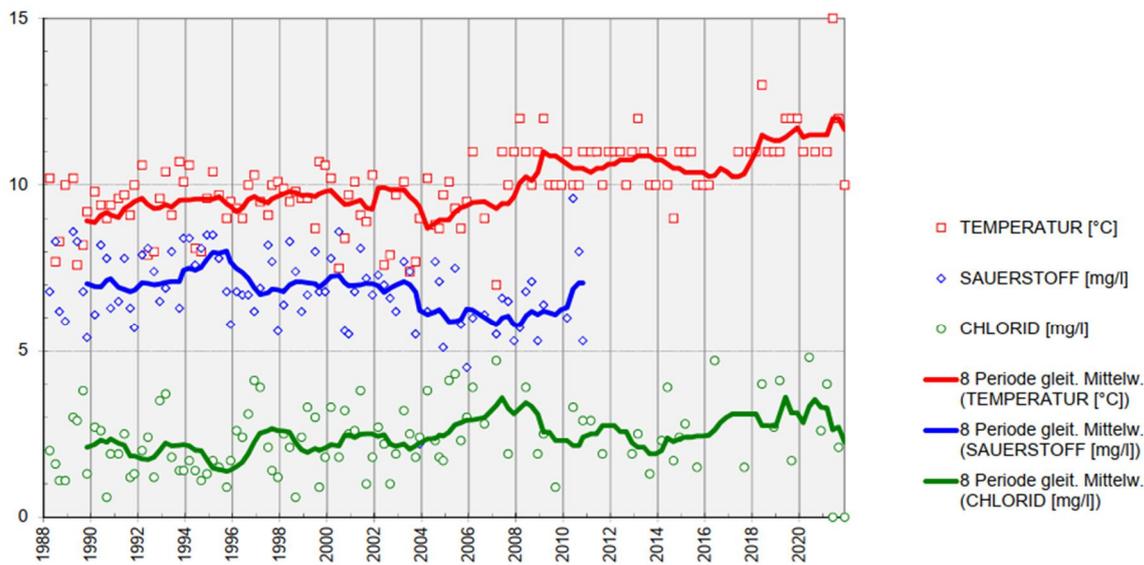
WASSERANALYSEN BEI DEN GRUNDWASSERPUMPWERKEN 2021

Messgrößen	Einheit	GVP SVGW W12 (Qualitätsziel) Erfahrungswert	FL-TWV LGBI. 2004 Nr. 217 *1) Parameterwert	1 Mittelwerte von 1 bis 4 Untersuchungen					
				Rheinau Balzers	Heilos Balzers	Swarovski Triesen	Neugut Vaduz	Wiesen Schaan	Unterau Schaan
Temperatur	C	8 - 15	—	10.0	10.4	11.3	12.0	10.1	10.1
pH-Wert	—	6.8 - 8.2	6.5 - 9.5	8.0	8.0	7.9	8.1	8.2	8.0
Leitfähigkeit	—	200 - 800	2500	510	508	445	360	313	372
Gesamthärte	° fr.H	—	—	25.7	25.8	22.5	17.7	14.4	18.1
Karbonathärte	° fr.H	—	—	21.4	21.2	20.2	14.4	11.0	14.5
Nichtkarbonathärte	° fr.H	—	—	4.3	4.6	2.3	3.3	3.4	3.6
Calcium	mg/l	200	—	79.1	76.3	70.7	51.0	42.7	55.6
Magnesium	mg/l	50	—	15.3	16.6	12.2	10.3	9.4	10.5
Ammonium	mg/l	0.05	0.5	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01
Nitrit	mg/l	0.01	0.1	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005
Nitrat	mg/l	25	40	7.8	7.4	6.0	3.5	2.4	3.2
Chlorid	mg/l	20	250	6.4	6.6	3.5	3.1	3.4	3.5
TOC	mg/l	—	—	0.2	0.1	0.2	0.1	0.1	0.1
Schwermetalle	mg/l	Var.	Var.	<BG	<BG	<BG	<BG	<BG	<BG
VOC / PAK	mg/l	Var.	Var.	<BG	<BG	<BG	<BG	<BG	<BG
Sauerstoff	mg/l	—	—	6.1	5.3	—	6.7	8.4	5.9
Keime bei 22 °C	/ml	—	20 / 300	0.5	0.3	0.3	0	1.0	0.5
Escherichia Coli	/100 ml	—	nn	0	0	0	0	0	0
Enterokokken	/100 ml	—	nn	0	0	0	0	0	0
Clostridium perfringens	/100 ml	—	nn	0	0	0	0	0	0
Coliforme Bakterien	/100 ml	—	nn (10)	0.5	0	0.3	0	0	0

* 1): Trinkwasserverordnung, Stand 1.10.2018 nn: nicht nachweisbar <: weniger als BG: Bestimmungsgrenze

Entwicklung Wasserqualität Grundwasser

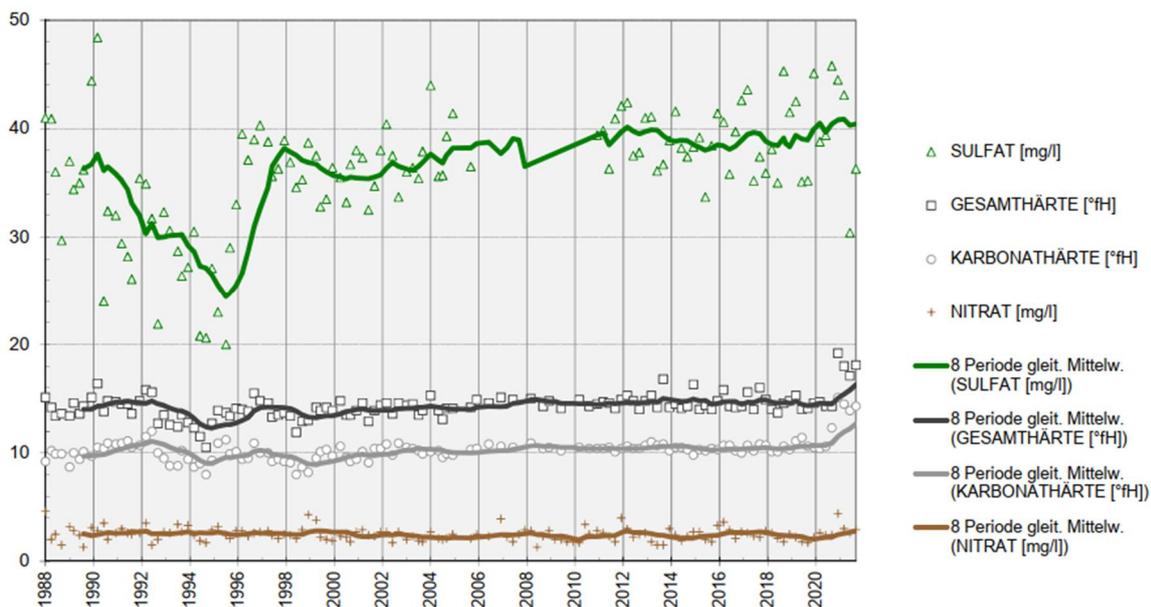
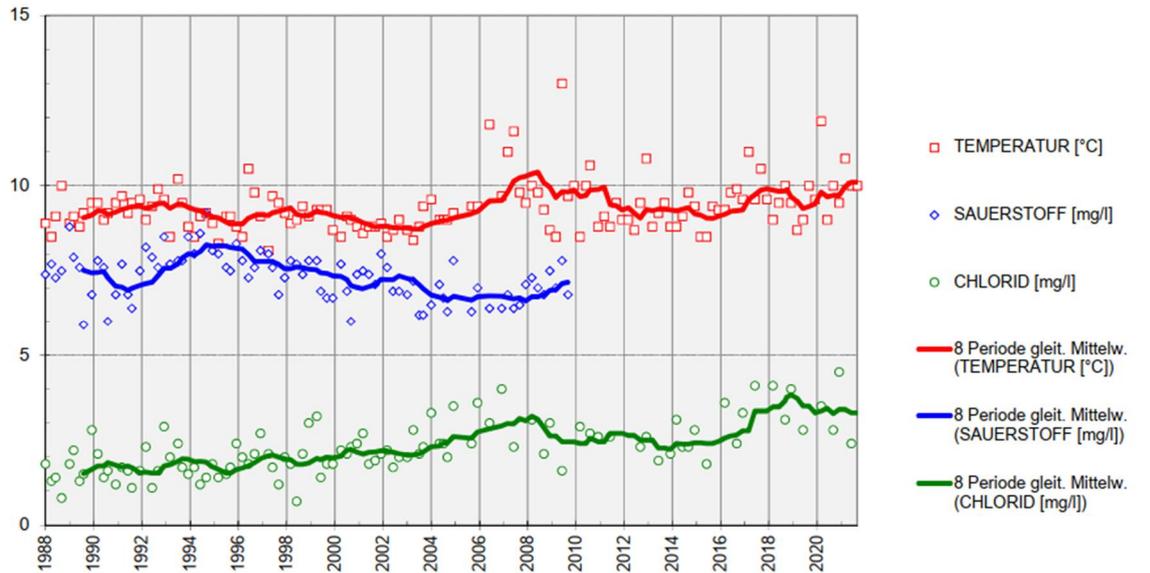
Wasserqualität Grundwasserpumpwerk Neugut, Vaduz



Qualitätsziele

Messgröße	Qualitätsziel	Parameterwert	Bemerkungen
Temperatur	8 bis 15 °C	25 °C	
Sauerstoff	(3 bis 10 mg/l)		Aus hygienischer Sicht ohne Bedeutung. Zielwerte aus praktischer Sicht.
Chlorid	< 20 mg/l	< 200 mg/l	Zielwert möglichst tief.
Sulfat	< 240		Aus hygienischer Sicht ohne Bedeutung. Wird zur Berechnung der Kalkaggressivität benötigt.
Gesamthärte	15 bis 25 °fH.		Aus hygienischer Sicht ohne Bedeutung. Zielwerte aus praktischer Sicht.
Karbonathärte			Aus hygienischer Sicht ohne Bedeutung. Wird zur Berechnung der Kalkaggressivität benötigt.
Nitrat	< 20 mg/l	< 40 mg/l	Zielwert möglichst tief.

Wasserqualität Grundwasserpumpwerk Wiesen, Schaan / Vaduz



Qualitätsziele

Messgrösse	Qualitätsziel	Parameterwert	Bemerkungen
Temperatur	8 bis 15 °C	25 °C	
Sauerstoff	(3 bis 10 mg/l)		Aus hygienischer Sicht ohne Bedeutung. Zielwerte aus praktischer Sicht.
Chlorid	< 20 mg/l	< 200 mg/l	Zielwert möglichst tief.
Sulfat	< 240		Aus hygienischer Sicht ohne Bedeutung. Wird zur Berechnung der Kalkaggressivität benötigt.
Gesamthärte	15 bis 25 °fr.H.		Aus hygienischer Sicht ohne Bedeutung. Zielwerte aus praktischer Sicht.
Karbonathärte			Aus hygienischer Sicht ohne Bedeutung. Wird zur Berechnung der Kalkaggressivität benötigt.
Nitrat	< 20 mg/l	< 40 mg/l	Zielwert möglichst tief.

Wasserbedarf Q_F für die Brandbekämpfung

Grundlage: FKS-Richtlinie 'Versorgung mit Löschwasser' (www.feukos.ch); 2019

Art der Bebauung	Min. Durchfluss 1 Hydrant bei 2 bar [l/min]	Min. Durchmesser DN/ID Hydrantzuleitung [mm]	Min. Durchfluss Wasserverteilnetz [l/min]	Min. Löschreserve [m ³]
Einzelobjekte				
Einzelnes Wohnhaus (ausserhalb Siedlungsgebiet)	700 - 1000	100	700 - 1000	30 - 100
Einzelnes landwirtschaftliches Gut				
Weiler, kleiner Ort mit offener Bauweise				
Dorfgebiet				
Dorf mit offener Bauweise	700 - 1000	100	1500	150
Dorf mit teilweise geschlossener Bauweise	1800 ¹⁾	125	1800	200
Dorf mit Gewerbezone	1800 ¹⁾	125	2200	200
Stadtgebiet				
Hydranten eventuell mit 2 x Storz 75				
Städtische Überbauung mit Gewerbezone	2400 ¹⁾	125	2400	250
Altstadt, Warenhäuser, Hotels, Büros, Spital, Alters- und Pflegeheime, Schulanlagen usw.	2400 ¹⁾	125	2800	250
Industrie				
Hydranten mit 2 x Storz 75				
Arbeitszone	2400 - 3600 ¹⁾	125	2800 - 5400	250 - 600

¹⁾ Aufgrund der hydraulischen Gegebenheiten kann die Wasserversorgung, in Rücksprache mit der zuständigen Brandschutzbehörde, die geforderte Löschleistung für den ausgewiesenen Objektschutz mit einem oder mehreren Hydranten erbringen.